Handbuch zur vSphere-Ressourcenverwaltung

ESX 4.0
ESXi 4.0
vCenter Server 4.0

DE-000107-00

vmware

Die neuesten Versionen der technischen Dokumentation finden Sie auf der VMware Website unter:

http://www.vmware.com/de/support/

Auf der VMware-Website finden Sie auch die neuesten Produkt-Updates.

Falls Sie Anmerkungen zu dieser Dokumentation haben, senden Sie diese bitte an:

docfeedback@vmware.com

© 2006–2009 VMware, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Produkt ist durch US-amerikanische und internationale Urheberrechtsgesetze sowie Gesetze zum geistigen Eigentumsrecht geschützt. Die Produkte von VMware sind durch mindestens eines der unter http://www.vmware.com/go/patents-de aufgeführten Patente geschützt.

VMware, das VMware-Logo und -Design, Virtual SMP und VMotion sind eingetragene Marken oder Marken der VMware, Inc. in den USA und/oder anderen Ländern. Alle anderen in diesem Dokument erwähnten Bezeichnungen und Namen sind unter Umständen markenrechtlich geschützt.

VMware, Inc.
3401 Hillview Ave.
Palo Alto, CA 94304
www.vmware.com

Inhalt

Über dieses Handbuch 5

1 Erste Schritte bei der Ressourcenverwaltung 7
- Was ist Ressourcenverwaltung? 7
- Konfigurieren von Einstellungen für die Ressourcenzuteilung 9
- Anzeigen von Ressourcenzuteilungsinformationen 12
- Zugangssteuerung 15

2 Verwalten von CPU-Ressourcen 17
- Grundlagen der CPU-Virtualisierung 17
- Verwalten von CPU-Ressourcen 19

3 Verwalten von Arbeitsspeicherressourcen 27
- Grundlagen der Arbeitsspeichervirtualisierung 27
- Verwalten von Arbeitsspeicherressourcen 31

4 Verwalten von Ressourcenpools 41
- Gründe für die Verwendung von Ressourcenpools 42
- Erstellen von Ressourcenpools 43
- Hinzufügen virtueller Maschinen zu einem Ressourcenpool 45
- Entfernen virtueller Maschinen aus einem Ressourcenpool 46
- Ressourcenpool-Zugangssteuerung 46

5 Erstellen eines DRS-Clusters 49
- Zugangssteuerung und anfängliche Platzierung 50
- Migrieren von virtuellen Maschinen 51
- DRS-Clustervoraussetzungen 53
- Erstellen eines DRS-Clusters 55
- Festlegen einer benutzerdefinierten Automatisierungsebene für eine virtuelle Maschine 56
- Deaktivieren von DRS 57

6 Verwenden des DRS-Clusters zur Ressourcenverwaltung 59
- Arbeiten mit DRS-Affinitätsregeln 59
- Hinzufügen von Hosts zu einem Cluster 61
- Hinzufügen virtueller Maschinen zu einem Cluster 62
- Entfernen von Hosts aus einem Cluster 63
- Entfernen virtueller Maschinen aus einem Cluster 64
- DRS-Clustergültigkeit 65
- Verwalten von Energieressourcen 70

7 Anzeigen von DRS-Clusterinformationen 75
Anzeigen der Registerkarte „Übersicht“ des Clusters 75
Verwenden der Registerkarte „DRS“ 77

8 Verwenden von NUMA-Systemen mit ESX/ESXi 81
Was ist NUMA? 81
So funktioniert die ESX/ESXi-NUMA-Planung 82
VMware NUMA-Optimierungsalgorithmen und -einstellungen 83
Ressourcenverwaltung in NUMA-Architekturen 85
Angeben von NUMA-Steuerelementen 86

A Dienstprogramme zum Überwachen der Leistung: „resxtop“ und „esxtop“ 89
Verwenden des Dienstprogramms „esxtop“ 89
Verwenden des Dienstprogramms „resxtop“ 90
Verwenden von „esxtop“ oder „resxtop“ im interaktiven Modus 90
Verwenden des Batch-Modus 106
Verwenden des Wiedergabemodus 107

B Erweiterte Attribute 109
Festlegen von erweiterten Hostattributen 109
Festlegen von erweiterten Attributen von virtuellen Maschinen 112

Index 115

Über dieses Handbuch

Im *Handbuch zur vSphere-Ressourcenverwaltung* wird die Ressourcenverwaltung für vSphere®-Umgebungen beschrieben. Der Schwerpunkt liegt auf folgenden Hauptthemen:

- Ressourcenzuteilung und Konzepte der Ressourcenverwaltung
- Attribute virtueller Maschinen und Zugangssteuerung
- Ressourcenpools und ihre Verwaltung
- Cluster, VMware® Distributed Resource Scheduler (DRS), VMware® Distributed Power Management (DPM) und wie man mit Ihnen arbeitet
- Erweiterte Ressourcenverwaltungsoptionen
- Überlegungen zur Leistung

Das *Handbuch zur vSphere-Ressourcenverwaltung* gilt für ESX®, ESXi und vCenter® Server.

Zielgruppe

Dieses Handbuch richtet sich an Administratoren, die nachvollziehen möchten, wie die Ressourcenzuteilung im System erfolgt und wie das Standardverhalten angepasst werden kann. Zudem ist es für jeden eine wichtige Grundlage, der Ressourcenpools, Cluster, DRS oder VMware DPM verstehen und verwenden möchte.

Dieses Handbuch setzt voraus, dass Sie über Anwendungserfahrungen mit VMware ESX und VMware ESXi sowie vCenter Server verfügen.

Feedback zu diesem Dokument

VMware freut sich über Ihre Vorschläge zum Verbessern der Dokumentation. Falls Sie Anmerkungen haben, senden Sie diese bitte an: docfeedback@vmware.com.

vSphere-Dokumentation

Die Dokumentation zu vSphere umfasst die kombinierte Dokumentation zu vCenter Server und ESX/ESXi.

Technischer Support und Schulungsressourcen

Ihnen stehen die folgenden Ressourcen für die technische Unterstützung zur Verfügung. Die aktuelle Version dieses Handbuchs sowie weiterer Handbücher finden Sie auf folgender Webseite: http://www.vmware.com/support/pubs.

Online- und Telefon-Support

Auf der folgenden Webseite können Sie über den Onlinesupport technische Unterstützung anfordern, Ihre Produkt- und Vertragsdaten abrufen und Produkte registrieren: http://www.vmware.com/support.

Kunden mit entsprechenden Support-Verträgen erhalten über den telefonischen Support schnelle Hilfe bei Problemen der Prioritätsstufe 1. Rufen Sie die folgende Webseite auf: http://www.vmware.com/support/phone_support.html.

Support-Angebote

Informationen zum Support-Angebot von VMware und dazu, wie es Ihre geschäftlichen Anforderungen erfüllen kann, finden Sie unter http://www.vmware.com/support/services.

VMware Professional Services

Die VMware Education Services-Kurse umfassen umfangreiche Praxisübungen, Fallbeispiele und Kursmaterialien, die zur Verwendung als Referenztools bei der praktischen Arbeit vorgesehen sind. Kurse können vor Ort, im Unterrichtsraum und live online durchgeführt werden. Für Pilotprogramme vor Ort und die Best Practices für die Implementierung verfügt VMware Consulting Services über Angebote, die Sie bei der Beurteilung, Planung, Erstellung und Verwaltung Ihrer virtuellen Umgebung unterstützen. Informationen zu Schulungen, Zertifizierungsprogrammen und Consulting-Diensten finden Sie auf der folgenden Webseite: http://www.vmware.com/services.

Erste Schritte bei der Ressourcenverwaltung 1

Sie müssen zum Verstehen der Ressourcenverwaltung ihre Komponenten und Ziele kennen und wissen, wie Sie sie in einer Clusterumgebung am besten implementieren können.

Es werden Einstellungen für die Ressourcenzuteilung für eine virtuelle Maschine (Anteile, Reservierung und Grenzwert), einschließlich der Einrichtung und der Anzeige, behandelt. Außerdem wird die Zugangssteuerung erklärt, der Prozess, durch den die Einstellungen für die Ressourcenzuteilung anhand vorhandener Ressourcen validiert werden.

Dieses Kapitel behandelt die folgenden Themen:

- „Was ist Ressourcenverwaltung?“, auf Seite 7
- „Konfigurieren von Einstellungen für die Ressourcenzuteilung“, auf Seite 9
- „Anzeigen von Ressourcenzuteilungsinformationen“, auf Seite 12
- „Zugangssteuerung“, auf Seite 15

Was ist Ressourcenverwaltung?

Ressourcenverwaltung ist die Zuweisung von Ressourcen von Anbietern von Ressourcen an Ressourcenverbraucher.

Der Bedarf für die Ressourcenverwaltung entsteht durch die Mehrfachvergabe von Ressourcen, d. h., dass es mehr Bedarf als Kapazität gibt, und aus der Tatsache, dass Bedarf und Kapazität variieren. Mithilfe der Ressourcenverwaltung können Sie Ressourcen dynamisch neu zuteilen, um die verfügbare Kapazität effektiver zu verwenden.

Ressourcentypen

Zu den Ressourcen zählen CPU-, Arbeitsspeicher-, Energie-, Speicher- und Netzwerkressourcen.

Ressourcenverwaltung bezieht sich in diesem Kontext vor allem auf CPU- und Arbeitsspeicherressourcen. Der Energieverbrauch kann auch mithilfe der VMware® Distributed Power Management (DPM)-Funktion reduziert werden.

Hinweis ESX/ESXi verwaltet die Netzwerkbandbreite und Festplattenressourcen bezogen auf den jeweiligen Host, unter Verwendung von Netzwerk-Traffic-Shaping bzw. proportionaler Anteilsvergabe.

Anbieter von Ressourcen

Hosts und Cluster sind Lieferanten physischer Ressourcen.

Für Hosts bestehen die verfügbaren Ressourcen aus der Hardwarespezifikation des Hosts, abzüglich der von der Virtualisierungssoftware genutzten Ressourcen.

Ein Cluster ist eine Gruppe von Hosts. Mithilfe von VMware® vCenter Server können Sie einen Cluster erstellen und mehrere Hosts zum Cluster hinzufügen. vCenter Server verwaltet die Ressourcen dieser Hosts gemeinsam: der Cluster besitzt sämtliche CPUs und den gesamten Arbeitsspeicher aller Hosts. Für den Cluster können die Funktionen für den gemeinsamen Lastenausgleich oder für Failover aktiviert werden. Weitere Informationen finden Sie unter Kapitel 5, „Erstellen eines DRS-Clusters“, auf Seite 49.

Ressourcenverbraucher

Bei virtuellen Maschinen handelt es sich um Ressourcenverbraucher.

Bei den meisten Maschinen funktionieren die bei der Erstellung zugewiesenen Standardressourceneinstellungen einwandfrei. Die Einstellungen der virtuellen Maschine können später bearbeitet werden, um einen anteilsabhängigen Prozentsatz des Gesamtwertes von CPU und Arbeitsspeicher des Ressourcenlieferanten, oder eine garantierte CPU- und Arbeitsspeicherzuteilung zuzuweisen. Beim Einschalten der virtuellen Maschine überprüft der Server, ob ausreichend noch nicht reservierte Ressourcen verfügbar sind und ermöglicht das Einschalten, wenn dies der Fall ist. Dieser Vorgang wird als Zugangssteuerung bezeichnet.

Ein Ressourcenpool ist eine logische Abstraktion für eine flexible Verwaltung von Ressourcen. Ressourcenpools können in Hierarchien angeordnet und zur hierarchischen Partitionierung verfügbarer CPU- und Arbeitsspeicherressourcen verwendet werden. Ressourcenpools können demzufolge sowohl als Anbieter als auch als Verbraucher von Ressourcen betrachtet werden. Sie bieten Ressourcen für untergeordnete Ressourcenpools und virtuelle Maschinen, sind aber auch Ressourcenverbraucher, weil sie die Ressourcen der ihnen übergeordneten Elemente verbrauchen. Siehe Kapitel 4, „Verwalten von Ressourcenpools“, auf Seite 41.

Ein ESX/ESXi-Host weist jeder virtuellen Maschine einen Teil der zugrunde liegenden Hardwareressourcen zu, ausgehend von verschiedenen Faktoren:

- Menge der verfügbaren Ressourcen für den ESX/ESXi-Host (oder den Cluster).
- Anzahl der eingeschalteten virtuellen Maschinen und ihre Ressourcennutzung.
- Erforderlicher Overhead zum Verwalten der Virtualisierung.
- Vom Benutzer definierte Ressourcenlimits.

Ziele der Ressourcenverwaltung

Bei der Verwaltung Ihrer Ressourcen sollten Sie wissen, was Ihre Ziele sind.

Die Ressourcenverwaltung kann Ihnen neben dem Lösen der Mehrfachvergabe von Ressourcen dabei helfen, Folgendes zu erreichen:

- Leistungsisolierung – Virtuelle Maschinen am Monopolisieren von Ressourcen hindern und vorhersehbare Dienstraten garantieren.
- Effiziente Verwendung – Ausnutzen unterbelegter Ressourcen und Überbelegen mit geregelter Herabstufung.
- Einfache Verwaltung – Beschränken der relativen Wichtigkeit von virtuellen Maschinen, Bereitstellung von flexibler und dynamischer Partitionierung und Erfüllen von absoluten Service Level Agreements.

Konfigurieren von Einstellungen für die Ressourcenzuteilung

Wenn die verfügbare Ressourcenkapazität die Erfordernisse der Ressourcenverbraucher (und des Virtualisierungs-Overheads) nicht erfüllt, müssen Administratoren möglicherweise die Menge der Ressourcen anpassen, die virtuellen Maschinen oder sind Ressourcenpools zugeteilt.

Verwenden Sie die Einstellungen für die Ressourcenzuteilung (Anteile, Reservierung und Grenzwert) zum Bestimmen der CPU- und Arbeitsspeicherressourcen, die einer virtuellen Maschine zur Verfügung gestellt werden. Vor allen Administratoren stehen mehrere Optionen für die Zuteilung von Ressourcen zur Verfügung.

- Reservieren der physischen Ressourcen des Hosts oder Clusters.
- Sicherstellen, dass eine bestimmte Menge an Arbeitsspeicher für eine virtuelle Maschine vom physischen Arbeitsspeicher der ESX/ESXi-Maschine bereitgestellt wird.
- Sicherstellen, dass eine bestimmte virtuelle Maschine immer einen höheren Prozentsatz der physischen Ressourcen erhält als andere virtuelle Maschinen.
- Festlegen einer Obergrenze für die Ressourcen, die einer virtuellen Maschine zugeteilt werden können.

Anteile der Ressourcenzuteilung

Anteile geben die relative Priorität oder Wichtigkeit einer virtuellen Maschine (oder eines Ressourcenpools) an. Wenn eine virtuelle Maschine über doppelt so viele Anteile einer Ressource wie eine andere virtuelle Maschine verfügt, dann ist sie berechtigt, auch doppelt so viele Ressourcen zu verbrauchen, wenn beide Maschinen einen Anspruch auf die Ressourcen erheben.

Anteile werden üblicherweise mit den Einstellungen **[Hoch (High)]** , **[Normal]** oder **[Niedrig (Low)]** , und diese Werte geben den Anteilswert mit einem Verhältnis von 4:2:1 an. Sie können auch **[Benutzerdefiniert]** auswählen, um jeder virtuellen Maschine eine bestimmte Anzahl an Anteilen zuzuweisen (und damit eine proportionale Gewichtung vorzunehmen).

Das Festlegen von Anteilen macht nur in Bezug auf hierarchisch gleichwertige virtuelle Maschinen oder Ressourcenpools Sinn, also bei virtuellen Maschinen oder Ressourcenpools, die innerhalb der Ressourcenpoolhierarchie über denselben übergeordneten Ressourcenpool verfügen. Hierarchisch gleichwertige Elemente teilen sich Ressourcen auf der Basis ihrer relativen Anteilswerte, die an die Reservierung und die Grenzwerte geknüpft sind. Wenn Sie einer virtuellen Maschine Anteile zuweisen, wird dadurch stets die relative Priorität dieser virtuellen Maschine im Vergleich zu anderen eingeschalteten virtuellen Maschinen festgelegt.

Die folgende Tabelle zeigt die normalen CPU- und Arbeitsspeicher-Anteilswerte für eine virtuelle Maschine. Für Ressourcenpools sind die normalen CPU- und Arbeitsspeicher-Anteilswerte gleich, müssen aber so multipliziert werden, als sei der Ressourcenpool eine virtuelle Maschine mit vier VCPUs und 16 GB Arbeitsspeicher.

Tabelle 1-1. Anteilswerte

Einstellen	CPU-Anteilswerte	Arbeitsspeicher-Anteilswerte
Hoch	2000 Anteile pro virtueller CPU	20 Anteile pro Megabyte konfiguriertem Arbeitsspeicher der virtuellen Maschine.
Normal	1000 Anteile pro virtueller CPU	10 Anteile pro Megabyte konfiguriertem Arbeitsspeicher der virtuellen Maschine.
Niedrig	500 Anteile pro virtueller CPU	5 Anteile pro Megabyte konfiguriertem Arbeitsspeicher der virtuellen Maschine.

So verfügt beispielsweise eine virtuelle SMP-Maschine mit zwei virtuellen CPUs und einem 1 GB RAM, deren CPU- und Speicheranteile auf **[Normal]** eingestellt sind, über 2 x 1000 = 2000 CPU-Anteile und 10 x 1024 = 10240 Arbeitsspeicheranteile.

HINWEIS Virtuelle Maschinen mit mehr als einer virtuellen CPU werden als virtuelle SMP-Maschinen bezeichnet (Symmetric Multiprocessing). ESX/ESXi unterstützt bis zu acht virtuelle CPUs pro virtueller Maschine. Dies wird auch als 8-Wege-SMP-Unterstützung bezeichnet.

Die relative Priorität der einzelnen Anteile ändert sich, wenn eine neue virtuelle Maschine eingeschaltet wird. Der Einschaltvorgang wirkt sich auf alle virtuellen Maschinen im Ressourcenpool aus. Alle virtuellen Maschinen haben dieselbe Anzahl an VCPUs. Beachten Sie die folgenden Beispiele.

- Zwei CPU-gebundene virtuelle Maschinen werden auf einem Host mit insgesamt 8 GHz CPU-Leistung ausgeführt. Die CPU-Anteile sind auf **[Normal]** eingestellt und erhalten jeweils 4 GHz.
- Eine dritte CPU-gebundene virtuelle Maschine wird eingeschaltet. Der CPU-Anteilswert ist auf **[Hoch (High)]** eingestellt, was bedeutet, dass die virtuelle Maschine doppelt so viele Anteile erhalten sollte wie die Maschinen, deren Einstellung **[Normal]** lautet. Die neue virtuelle Maschine erhält demnach 4 GHz, die beiden anderen virtuellen Maschinen jeweils nur 2 GHz. Das gleiche Ergebnis wird erzielt, wenn der Benutzer einen benutzerdefinierten Anteilswert von 2000 für die dritte virtuelle Maschine festlegt.

Reservierung für die Ressourcenzuteilung

Durch eine Reservierung wird der garantierte Mindestwert für die Ressourcenzuteilung einer virtuellen Maschine festgelegt.

vCenter Server oder ESX/ESXi ermöglicht Ihnen nur dann das Einschalten einer virtuellen Maschine, wenn genügend nicht reservierte Ressourcen vorhanden sind, um die Reservierung für die virtuelle Maschine zu erfüllen. Der Server garantiert diese Menge auch bei einem stark ausgelasteten physischen Server. Die Reservierung wird in konkreten Einheiten ausgedrückt (MHz oder MB).

Angenommen, Sie verfügen über 2 GHz und legen für VM1 eine Reservierung von 1 GHz und für VM2 eine Reservierung von 1 GHz fest. Jetzt erhält jede virtuelle Maschine garantiert 1 GHz, sofern erforderlich. Wenn VM1 jedoch nur 500 MHz benötigt, kann VM2 1,5 GHz belegen.

Die Standardeinstellung für die Reservierung ist 0. Sie können eine Reservierung festlegen, wenn Sie sicherstellen möchten, dass die benötigte Mindestmenge an CPU oder Arbeitsspeicher für die virtuelle Maschine immer zur Verfügung stehen.

Grenzwert für die Ressourcenzuteilung

Der Grenzwert legt eine Obergrenze für CPU- oder Arbeitsspeicherressourcen fest, die einer virtuellen Maschine zugeteilt werden können.

Ein Server kann einer virtuellen Maschine mehr Ressourcen zuteilen als die Reservierung vorsieht, der festgelegte Grenzwert kann jedoch selbst dann nicht überschritten werden, wenn eine nicht genutzte CPU oder ungenutzter Arbeitsspeicher im System vorhanden ist. Der Grenzwert wird in konkreten Einheiten ausgedrückt (MHz oder MB).

Die Standardeinstellung für den Grenzwert von CPU und Arbeitsspeicher lautet **[Unbegrenzt (Unlimited)]** . Bei Auswahl dieser Einstellung wird die Menge des Arbeitsspeichers, die bei der Erstellung der virtuellen Maschine konfiguriert wurde, in den meisten Fällen zum tatsächlichen Grenzwert.

In der Regel ist es nicht erforderlich, einen Grenzwert festzulegen. Es gibt in diesem Zusammenhang sowohl Vorteile als auch Nachteile:

- Vorteile – Das Zuweisen eines Grenzwerts kann sich als nützlich erweisen, wenn Sie mit wenigen virtuellen Maschinen starten und die Benutzeranforderungen steuern möchten. Mit dem Hinzufügen weiterer virtueller Maschinen verschlechtert sich die Leistung. Durch Festlegen eines Grenzwerts können Sie das Vorhandensein einer geringeren Anzahl verfügbarer Ressourcen simulieren.
- Nachteile – Durch Festlegen eines Grenzwerts vergeuden Sie möglicherweise im Leerlauf befindliche Ressourcen. Das System lässt nicht zu, dass virtuelle Maschinen Ressourcen nutzen, die über den für sie festgelegten Grenzwert hinausgehen, auch wenn das System nicht voll ausgelastet ist und die im Leerlauf befindlichen Ressourcen verfügbar sind. Geben Sie nur dann einen Grenzwert an, wenn es hierfür gute Gründe gibt.

Vorschläge für Einstellungen zur Ressourcenzuteilung

Wählen Sie Einstellungen für die Ressourcenzuteilung (Anteile, Reservierung und Grenzwert), die für Ihre ESX/ESXi-Umgebung angemessen sind.

Die folgenden Richtlinien können Ihnen dabei helfen, die Leistung Ihrer virtuellen Maschinen zu verbessern.

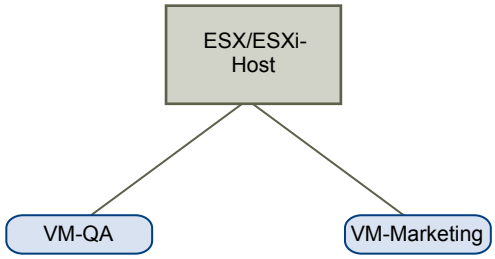
- Wenn Sie eher häufige Änderungen der insgesamt verfügbaren Ressourcen erwarten, verwenden Sie für eine gleichmäßige Ressourcenzuteilung zu den virtuellen Maschinen am besten den Parameter **[Anteile (Shares)]** . Wenn Sie den Parameter **[Anteile (Shares)]** verwenden und beispielsweise ein Host-Upgrade durchführen, verfügt jede virtuelle Maschine weiterhin über dieselbe Priorität (dieselbe Anzahl an Anteilen), obwohl der einzelne Anteil einen größeren Arbeitsspeicher- oder CPU-Wert darstellt.
- Verwenden Sie den Parameter **[Reservierung (Reservation)]** , um eine annehmbare Mindestgröße für Arbeitsspeicher oder CPU festzulegen, anstatt eine gewünschte verfügbare Größe festzulegen. Der Host weist bei Verfügbarkeit zusätzliche Ressourcen zu und richtet sich dabei nach der Anzahl an Anteilen, geschätzten Bedarf und den für die virtuelle Maschine festgelegten Grenzwert. Der Umfang der tatsächlichen durch die Reservierung dargestellten Ressourcen bleibt bei einer Änderung der Umgebung erhalten, z. B. wenn virtuelle Maschinen hinzugefügt oder entfernt werden.
- Übergeben Sie beim Festlegen der Reservierungen für virtuelle Maschinen nicht alle Ressourcen (lassen Sie mindestens 10 % nicht reserviert). Je dichter Sie sich an einer vollständigen Reservierung aller Kapazitäten des Systems bewegen, desto schwieriger wird es, Änderungen an der Reservierung und der Ressourcenpoolhierarchie vorzunehmen, ohne dabei die Zugangssteuerung zu verletzen. In einem für DRS aktivierten Cluster kann eine Reservierung, die eine vollständige Vergabe der Kapazität des Clusters oder einzelner Hosts des Clusters vorsieht, dazu führen, dass virtuelle Maschinen nicht über DRS zwischen zwei Hosts migriert werden.

Beispiel für das Ändern von Einstellungen für die Ressourcenzuteilung

Das folgende Beispiel zeigt, wie Sie die Einstellungen für die Ressourcenzuteilung ändern können, um die Leistung der virtuellen Maschine zu optimieren.

Angenommen, dass Sie zwei neue virtuelle Maschinen auf einem ESX/ESXi-Host erstellt haben, jeweils eine für Ihre Qualitätssicherung (VM-QA)- und Marketing (VM-Marketing)-Abteilungen.

Abbildung 1-1. Einzelhost mit zwei virtuellen Maschinen



Im folgenden Beispiel wird angenommen, dass VM-QA arbeitsspeicherintensiv ist und Sie dementsprechend die Einstellungen für die Ressourcenzuteilung für die zwei virtuellen Maschinen ändern möchten:

- Legen Sie fest, dass die VM-QA im Falle einer Mehrfachvergabe des Systemarbeitsspeichers doppelt so viele Arbeitsspeicher- und CPU-Ressourcen nutzen kann wie die virtuelle Maschine der Marketingabteilung. Legen Sie die Arbeitsspeicher- und CPU-Anteile für VM-QA auf **[Hoch]** und für VM-Marketing auf **[Normal]** fest.
- Stellen Sie sicher, dass die virtuelle Maschine der Marketingabteilung über eine bestimmte Menge an garantierten CPU-Ressourcen verfügt. Dies können Sie über eine Reservierungseinstellung erreichen.

Vorgehensweise

1. Starten Sie den vSphere-Client und verbinden Sie ihn mit vCenter Server.
2. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **[VM-QA]** , die virtuelle Maschine, deren Anteile Sie ändern möchten, und wählen Sie **[Einstellungen bearbeiten]** .
3. Wählen Sie die **[Ressourcen]** aus wählen Sie anschließend im CPU-Fenster **[Hoch]** aus dem Dropdown-Menü **[Anteile]** aus.
4. Wählen Sie im Fenster „Arbeitsspeicher“ im Dropdown-Menü **[Anteile]** die Option **[Hoch]** aus.
5. Klicken Sie auf **[OK]** .
6. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die virtuelle Maschine der Marketing-Abteilung (**[VM-Marketing]**) und wählen Sie **[Einstellungen bearbeiten]** .
7. Ändern Sie im Fenster „CPU“ den Wert im Feld **[Reservierung]** in die gewünschte Nummer.
8. Klicken Sie auf **[OK]** .

Wenn Sie die Registerkarte **[Ressourcenzuteilung]** des Clusters auswählen und auf **[CPU]** klicken, sehen Sie, dass die Anteile für die **[VM-QA]** doppelt so hoch sind wie die der anderen virtuellen Maschine. Beachten Sie auch, dass sich die Felder **[Verwendete Reservierung]** nicht verändert haben, da die virtuellen Maschinen nicht eingeschaltet wurden.

Anzeigen von Ressourcenzuteilungsinformationen

Sie können auf der Registerkarte **[Ressourcenzuteilung]** des vSphere-Clients ein Cluster, einen Ressourcenpool, einen eigenständigen Host oder eine virtuelle Maschine im Bestandslistenfenster auswählen und anzeigen, wie die jeweiligen Ressourcen zugeteilt werden.

Diese Informationen können Ihnen dabei helfen, ihre Entscheidungen zur Ressourcenverwaltung zu treffen.

Registerkarte „Ressourcenzuteilung“ für Cluster

Die Registerkarte **[Ressourcenzuteilung]** steht zur Verfügung, wenn Sie aus dem Fenster „Bestandsliste“ einen Cluster auswählen.

Auf der Registerkarte **[Ressourcenzuteilung]** werden Informationen zu den CPU- und Arbeitsspeicherressourcen im Cluster angezeigt.

Abschnitt "CPU"

Die folgenden Informationen zur CPU-Ressourcenzuteilung werden angezeigt:

Tabelle 1-2. CPU-Ressourcenzuteilung

Feld	Beschreibung
Gesamtkapazität	Die garantierte, für dieses Objekt reservierte CPU-Zuweisung in Megahertz (MHz).
Reservierte Arbeitsspeicherkapazität	Taktfrequenz (MHz) der reservierten Zuteilung, die von diesem Objekt genutzt wird.
Verfügbare Kapazität	Nicht reservierte CPU-Kapazität in Megahertz (MHz).

Abschnitt "Arbeitsspeicher"

Die folgenden Informationen über die Arbeitsspeicherressourcenzuteilung werden angezeigt:

Tabelle 1-3. Arbeitsspeicherressourcenzuteilung

Feld	Beschreibung
Gesamtkapazität	Die garantierte Arbeitsspeicherzuweisung in Megabyte (MB) für dieses Objekt.
Reservierte Arbeitsspeicherkapazität	Anzahl an Megabyte (MB) der reservierten Zuteilung, die von diesem Objekt genutzt wird.
Overhead-Reservierung	Der im Feld „Reservierte Arbeitsspeicherkapazität“ angegebene Wert, der für den Virtualisierungs-Overhead reserviert ist.
Verfügbare Kapazität	Anzahl der nicht reservierten Megabyte (MB).

HINWEIS Reservierungen für den Root-Ressourcenpool eines für VMware HA aktivierten Clusters können größer sein als alle explizit verwendeten Ressourcen im Cluster. Diese Reservierungen reflektieren nicht nur die Reservierungen für die gestarteten virtuellen Maschinen und die untergeordneten Ressourcenpools im Cluster, sondern auch die Reservierungen, die zur Unterstützung von VMware HA-Failover benötigt werden. Weitere Informationen finden Sie im *vSphere Availability Guide*.

Auf der Registerkarte **[Ressourcenzuteilung]** wird auch ein Diagramm angezeigt, das die Ressourcenpools und die virtuellen Maschinen im DRS-Cluster zusammen mit den folgenden Informationen zur CPU- oder Arbeitsspeichernutzung angezeigt. Klicken Sie zum Anzeigen der CPU- oder Arbeitsspeicherinformationen auf die Schaltfläche **[CPU]** bzw. **[Arbeitsspeicher]** .

Tabelle 1-4. CPU- oder Arbeitsspeichernutzungsinformationen

Feld	Beschreibung
Name	Der Name des Objekts.
Reservierung – MHz	Die garantierte, für dieses Objekt reservierte minimale CPU-Zuteilung in Megahertz (MHz).
Reservierung – MB	Die garantierte minimale Arbeitsspeicherzuteilung in Megabyte (MB) für dieses Objekt.
Grenze – MHz	Maximale CPU-Kapazität, die das Objekt verwenden kann.
Grenze – MB	Maximale Menge an Arbeitsspeicher, die das Objekt verwenden kann.
Anteile	Ein relatives Maß für die Zuteilung von CPU- oder Arbeitsspeicherkapazität. Die Werte „Niedrig“, „Normal“, „Hoch“ und „Benutzerdefiniert“ werden mit der Summe aller Anteile aller virtuellen Maschinen im enthaltenen Ressourcenpool verglichen.
Anteilswert	Der tatsächliche Wert auf der Grundlage der Ressourcen- und Objekteinstellungen.
% Anteile	Prozentsatz der diesem Objekt zugewiesenen Clusterressourcen.

Tabelle 1-4. CPU- oder Arbeitsspeichernutzungsinformationen (Fortsetzung)

Feld	Beschreibung
Worst-Case-Zuteilung	Die Menge an (CPU- oder Arbeitsspeicher-) Ressourcen, die der virtuellen Maschine zugeteilt wird, basierend auf den vom Benutzer konfigurierten Ressourcenzuteilungsrichtlinien (z. B., Reservierung, Anteile und Grenzwert) sowie auf die Annahme, dass alle virtuellen Maschinen im Cluster die volle Menge an zugeteilten Ressourcen tatsächlich verbrauchen. Die Werte für dieses Feld müssen manuell aktualisiert werden. Drücken Sie hierzu F5.
Typ	Der Typ der reservierten CPU- oder Arbeitsspeicherzuweisung, entweder **[Erweiterbar]** oder **[Fest]** .

Registerkarte „Ressourcenzuteilung“ der virtuellen Maschine

Die Registerkarte **[Ressourcenzuteilung]** steht zur Verfügung, wenn Sie eine virtuelle Maschine in der Bestandsliste auswählen.

Auf dieser Registerkarte **[Ressourcenzuteilung]** werden Informationen über die CPU- und Arbeitsspeicherressourcen für die ausgewählte virtuelle Maschine angezeigt.

Abschnitt "CPU"

Diese Leisten zeigen die folgenden Informationen über die CPU-Nutzung des Hosts an:

Tabelle 1-5. Host-CPU

Feld	Beschreibung
Belegt	Der tatsächliche Verbrauch von CPU-Ressourcen durch die virtuelle Maschine.
Aktiv	Geschätzte Menge der von der virtuellen Maschine verbrauchten Ressourcen, sofern es keine Ressourcenkonflikte gibt. Wenn Sie einen expliziten Grenzwert festgelegt haben, übersteigt die Menge nicht diesen Grenzwert.

Tabelle 1-6. Ressourceneinstellungen

Feld	Beschreibung
Reservierung	Garantierter Mindestwert der CPU-Reservierung für diese virtuelle Maschine.
Grenzwert	Garantierter Maximalwert der CPU-Reservierung für diese virtuelle Maschine.
Anteile	CPU-Anteile für diese virtuelle Maschine.
Worst-Case-Zuteilung	Die Menge an (CPU- oder Arbeitsspeicher-) Ressourcen, die der virtuellen Maschine zugeteilt wird, basierend auf den vom Benutzer konfigurierten Ressourcenzuteilungsrichtlinien (z. B., Reservierung, Anteile und Grenzwert) sowie auf die Annahme, dass alle virtuellen Maschinen im Cluster die volle Menge an zugeteilten Ressourcen tatsächlich verbrauchen.

Abschnitt "Arbeitsspeicher"

Diese Leisten zeigen die folgenden Informationen über die Arbeitsspeichernutzung des Hosts an:

Tabelle 1-7. Host-Arbeitsspeicher

Feld	Beschreibung
Belegt	Der tatsächliche Verbrauch von physischem Arbeitsspeicher, der der virtuellen Maschine zugeteilt wurde.
Overhead-Verbrauch	Menge an verbrauchten Arbeitsspeicher für Virtualisierungszwecke. Der Overhead-Verbrauch ist in der in „Belegt“ angezeigten Menge enthalten.

Diese Leisten zeigen die folgenden Informationen über die Arbeitsspeichernutzung des Gasts an:

Tabelle 1-8. Gastarbeitsspeicher

Feld	Beschreibung
Privat	Die Menge an Arbeitsspeicher, der vom Hostspeicher gestützt und nicht gemeinsam genutzt wird.
Gemeinsame Nutzung	Die Arbeitsspeichermenge, die gemeinsam genutzt wird.
Ausgelagert	Die Arbeitsspeichermenge, die durch das Auslagern zurückgenommen werden kann.
Ballooned	Die Arbeitsspeichermenge, die durch Ballooning zurückgenommen werden kann.
Nicht zugegriffen	Die Arbeitsspeichermenge, die nie vom Gast referenziert wurde.
Aktiv	Die Arbeitsspeichermenge, auf die zuletzt zugegriffen wurde.

Tabelle 1-9. Ressourceneinstellungen

Feld	Beschreibung
Reservierung	Garantierte Arbeitsspeicherreservierung für diese virtuelle Maschine.
Grenzwert	Obergrenze für die Arbeitsspeicherreservierung für diese virtuelle Maschine.
Anteile	Arbeitsspeicheranteile für diese virtuelle Maschine.
Konfiguriert	Benutzerdefinierte Größe des physischen Gastarbeitsspeichers.
Worst-Case-Zuteilung	Die Menge an (CPU- oder Arbeitsspeicher-) Ressourcen, die der virtuellen Maschine zugeteilt wird, basierend auf den vom Benutzer konfigurierten Ressourcenzuteilungsrichtlinien (z. B., Reservierung, Anteile und Grenzwert) sowie auf die Annahme, dass alle virtuellen Maschinen im Cluster die volle Menge an zugeteilten Ressourcen tatsächlich verbrauchen.
Overhead-Reservierung	Die Speichermenge, die für den Virtualisierungs-Overhead reserviert ist.

Zugangssteuerung

Beim Einschalten einer virtuellen Maschine überprüft das System, wie viele CPU- und Arbeitsspeicherressourcen noch nicht reserviert wurden. Auf Grundlage der verfügbaren, nicht reservierten Ressourcen bestimmt das System, ob es die für die virtuelle Maschine konfigurierte Reservierung (falls vorhanden) garantieren kann. Dieser Vorgang wird als Zugangssteuerung bezeichnet.

Sofern genügend nicht reservierte CPU- und Arbeitsspeicherressourcen verfügbar sind, oder wenn keine Reservierung vorliegt, wird die virtuelle Maschine eingeschaltet. Ansonsten wird eine Warnmeldung über `Unzureichende Ressourcen` angezeigt.

HINWEIS Zusätzlich zu der benutzerdefinierten Arbeitsspeicherreservierung wird jeder virtuellen Maschine eine gewisse Menge an Overhead-Arbeitsspeicher zugewiesen. Diese zusätzliche Arbeitsspeichervergabe ist in der Berechnung der Zugangssteuerung enthalten.

Wenn die VMware DPM-Funktion aktiviert ist, können Hosts in den Standby-Modus versetzt (d. h. ausgeschaltet) werden, um den Stromverbrauch zu senken. Die ungenutzten reservierten Ressourcen dieser Hosts werden als für die Zugangssteuerung verfügbar betrachtet. Wenn eine virtuelle Maschine ohne diese Ressourcen nicht eingeschaltet werden kann, wird eine Empfehlung ausgegeben, Standby-Hosts in ausreichender Zahl einzuschalten.

Verwalten von CPU-Ressourcen 2

ESX/ESXi-Hosts unterstützen die CPU-Virtualisierung.

Wenn Sie die CPU-Virtualisierung verwenden, sollten Sie mit ihrer Funktionsweise, ihren Typen und prozessorspezifischem Verhalten vertraut sein. Darüber hinaus müssen Ihnen die Auswirkungen der CPU-Virtualisierung auf die Leistung bekannt sein.

Dieses Kapitel behandelt die folgenden Themen:

- „Grundlagen der CPU-Virtualisierung“, auf Seite 17
- „Verwalten von CPU-Ressourcen“, auf Seite 19

Grundlagen der CPU-Virtualisierung

Die CPU-Virtualisierung ist auf die Leistung ausgerichtet und wird möglichst direkt auf dem Prozessor ausgeführt. Die zugrunde liegenden physischen Ressourcen werden so oft wie möglich verwendet, wobei die Virtualisierungsebene Anweisungen nur bei Bedarf ausführt, sodass die virtuellen Maschinen so funktionieren, als würden sie direkt auf einer physischen Maschine ausgeführt.

CPU-Virtualisierung ist nicht dasselbe wie Emulation. Bei der Emulation werden alle Vorgänge in der Software durch einen Emulator ausgeführt. Mithilfe eines Softwareemulators können Programme auf einem Computersystem ausgeführt werden, das nicht dem System entspricht, für das die Programme ursprünglich geschrieben worden sind. Der Emulator ermöglicht dies, indem er das Verhalten des ursprünglichen Computers emuliert und reproduziert. Dabei werden dieselben Daten oder Eingaben angenommen und dieselben Ergebnisse erzielt. Die Emulation ermöglicht Portabilität und wird häufig verwendet, um die für eine bestimmte Plattform konzipierte Software auf verschiedenen Plattformen auszuführen.

Wenn CPU-Ressourcen mehrfach vergeben werden, teilt der ESX/ESXi-Host die Zeitscheiben der physischen Prozessoren unter den virtuellen Maschinen auf, sodass jede virtuelle Maschine so ausgeführt wird, als würde sie über die festgelegte Anzahl an virtuellen Prozessoren verfügen. Wenn ein ESX/ESXi-Host mehrere virtuelle Maschinen ausführt, teilt er jeder virtuellen Maschine einen gleichmäßigen Anteil der physischen Ressourcen zu. Bei Verwendung der Standardeinstellungen für die Ressourcenzuteilung erhalten alle mit einem bestimmten Host verknüpften virtuellen Maschinen einen gleichen CPU-Anteil pro virtueller CPU. Dies bedeutet, dass virtuellen Maschinen mit nur einem Prozessor nur halb so viele Ressourcen zugewiesen werden wie einer virtuellen Maschine mit zwei Prozessoren.

Softwarebasierte CPU-Virtualisierung

Mit der softwarebasierten CPU-Virtualisierung wird der Gastanwendungscode direkt auf dem Prozessor ausgeführt, während der privilegierte Code des Gasts übersetzt wird und der übersetzte Code auf dem Prozessor ausgeführt wird.

Der übersetzte Code ist geringfügig größer und wird in der Regel langsamer ausgeführt als die native Version. Daher werden Gastprogramme, die über eine kleine privilegierte Codekomponente verfügen, mit annähernd der Geschwindigkeit der nativen Version ausgeführt. Programme mit einer größeren privilegierten Codekomponente, z. B. Systemaufrufe, Traps oder Seitentabellenaktualisierungen, werden in der virtualisierten Umgebung möglicherweise langsamer ausgeführt.

Hardwaregestützte CPU-Virtualisierung

Bestimmte Prozessoren (wie Intel VT und AMD SVM) bieten für die CPU-Virtualisierung eine Hardwareunterstützung.

Mithilfe dieser Unterstützung kann der Gast einen separaten Ausführungsmodus verwenden, der als Gastmodus bezeichnet wird. Ob Anwendungscode oder berechtigter Code – der Gastcode wird im Gastmodus ausgeführt. Bei bestimmten Ereignissen beendet der Prozessor den Gastmodus und wechselt in den Root-Modus. Der Hypervisor wird im Root-Modus ausgeführt, ermittelt den Grund für den Wechsel, führt alle erforderlichen Aktionen aus und startet den Gast im Gastmodus neu.

Wenn Sie Hardwareunterstützung für die Virtualisierung verwenden, muss der Code nicht übersetzt werden. Daher werden Systemaufrufe oder Trap-intensive Arbeitslasten mit annähernd ursprünglicher Geschwindigkeit ausgeführt. Einige Arbeitslasten, z. B. das Aktualisieren von Seitentabellen betreffende Arbeitslasten, führen zu einer Vielzahl an Wechseln vom Gastmodus in den Root-Modus. Abhängig von der Anzahl dieser Wechsel und der insgesamt für die Wechsel aufgewendeten Zeit, kann die Ausführungsgeschwindigkeit deutlich verringert werden.

Virtualisierung und prozessorspezifisches Verhalten

Obwohl die CPU durch die VMware-Software virtualisiert wird, erkennt die virtuelle Maschine das spezifische Modell des Prozessors, auf dem sie ausgeführt wird.

Prozessormodelle verfügen möglicherweise über unterschiedliche CPU-Funktionen, die von auf der virtuellen Maschine ausgeführten Anwendungen verwendet werden können. Deshalb kann VMotion® nicht zum Migrieren von virtuellen Maschinen zwischen Systemen mit Prozessoren, die unterschiedliche Funktionssätze aufweisen, verwendet werden. Sie können diese Einschränkung in manchen Fällen umgehen, indem Sie EVC (Enhanced VMotion Compatibility) mit Prozessoren verwenden, die diese Funktion unterstützen. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter *Grundlegende Systemverwaltung*.

Auswirkungen der CPU-Virtualisierung auf die Leistung

Bei der CPU-Virtualisierung werden variable Anteile des Overheads hinzugefügt, die von der Arbeitslast und dem verwendeten Virtualisierungstyp abhängen.

Eine Anwendung wird als CPU-gebunden bezeichnet, wenn sie die meiste Zeit mit der Ausführung von Anweisungen verbringt, statt mit dem Warten auf externe Ereignisse, wie Benutzerinteraktionen, Geräteeingaben oder Datenabrufe. Für solche Anwendungen enthält der CPU-Virtualisierungs-Overhead die zusätzlichen Anweiungen, die ausgeführt werden müssen. Dieser Overhead beansprucht CPU-Verarbeitungszeit, die die Anwendung selbst verwenden kann. Der CPU-Virtualisierungs-Overhead führt normalerweise zu einer Verringerung der Leistung insgesamt.

Bei Anwendungen, die nicht CPU-gebunden sind, führt die CPU-Virtualisierung eher zu einem Anstieg der CPU-Nutzung. Kann der Overhead durch die CPU abgefangen werden, ist noch immer eine vergleichbare Leistung in Hinblick auf den allgemeinen Durchsatz möglich.

ESX/ESXi unterstützt bis zu acht virtuelle Prozessoren (CPUs) pro virtueller Maschine.

HINWEIS Stellen Sie Einzel-Thread-Anwendungen auf virtuellen Einzelprozessormaschinen, statt auf virtuellen SMP-Maschinen bereit, um eine optimale Leistung und Ressourcennutzung zu erzielen.

Einzel-Thread-Anwendungen können nur eine einzige CPU nutzen. Durch das Bereitstellen solcher Anwendungen in virtuellen Maschinen mit zwei Prozessoren kann die Anwendung nicht beschleunigt werden. Dies führt vielmehr dazu, dass die zweite virtuelle CPU physische Ressourcen nutzt, die ansonsten durch andere virtuelle Maschinen genutzt werden könnten.

Verwalten von CPU-Ressourcen

Sie haben die Möglichkeit, virtuelle Maschinen mit mindestens einem virtuellen Prozessor zu konfigurieren, wobei jeder über einen eigene Register und Steuerungsstrukturen verfügt.

Bei der Planung einer virtuellen Maschine wird festgelegt, dass die virtuellen Prozessoren auf physischen Prozessoren ausgeführt werden. Über den Ressourcen-Manager des VMkernels werden die virtuellen CPUs physischen CPUs zugeordnet, sodass der Zugriff der virtuellen Maschine auf physische CPU-Ressourcen gesteuert werden kann. ESX/ESXi-Systeme unterstützen virtuelle Maschinen mit bis zu acht virtuellen Prozessoren.

Anzeigen von Prozessorinformationen

Sie können entweder über den vSphere-Client oder über die vSphere-SDK auf Informationen über die aktuelle CPU-Konfiguration zugreifen.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie im vSphere-Client den Host, und klicken Sie anschließend auf die Registerkarte **[Konfiguration]** .

2 Klicken Sie auf **[Prozessoren (Processors)]**

Sie können nun die Informationen über die Anzahl und den Typ der physischen Prozessoren sowie die Anzahl der logischen Prozessoren anzeigen.

HINWEIS Bei Systemen mit aktivierter Hyper-Threading-Funktion ist jeder Hardware-Thread ein logischer Prozessor. Beispielsweise verfügt ein Dual-Core-Prozessor mit aktivierter Hyper-Threading-Funktion über zwei Cores und vier logische Prozessoren.

3 (Optional) Zudem haben Sie die Möglichkeit, Hyper-Threading zu deaktivieren oder zu aktivieren, indem Sie auf **[Eigenschaften (Properties)]** klicken.

Angeben der CPU-Konfiguration

Sie können die CPU-Konfiguration festlegen, um die Ressourcenverwaltung zu optimieren. Falls Sie die CPU-Konfiguration jedoch nicht anpassen, verwendet der ESX/ESXi-Host Standardwerte, die in den meisten Situationen zu zufrieden stellenden Ergebnissen führen.

Sie können die CPU-Konfiguration folgendermaßen festlegen:

- Verwenden Sie die Attribute und speziellen Funktionen, die über den vSphere-Client verfügbar sind. Die grafische Benutzeroberfläche im vSphere-Client ermöglicht Ihnen das Herstellen einer Verbindung mit einem ESX/ESXi-Host oder vCenter Server-System.
- Verwenden Sie unter bestimmten Umständen die erweiterten Einstellungen.
- Verwenden Sie die vSphere-SDK für die Skript-CPU-Reservierung.
- Verwenden Sie Hyper-Threading.

Prozessoren mit mehreren Kernen

Prozessoren mit mehreren Kernen bieten zahlreiche Vorteile für einen ESX/ESXi-Host, der mehrere Aufgaben virtueller Maschinen gleichzeitig ausführt.

Die von Intel und AMD entwickelten Prozessoren kombinieren zwei oder mehrere Prozessorkerne in einem einzelnen integrierten Schaltkreis (häufig als Paket oder Socket bezeichnet). VMware verwendet den Begriff „Socket“, um ein einzelnes Paket zu beschreiben, das mindestens einen Prozessorkern mit mindestens einem logischen Prozessor in jedem Kern umfassen kann.

Beispielsweise kann ein Prozessor mit zwei Kernen annähernd die doppelte Leistung eines Prozessors mit einem Kern erbringen, da er die gleichzeitige Ausführung von zwei virtuellen CPUs ermöglicht. Kerne innerhalb eines Prozessors verfügen in der Regel über einen von allen Kernen genutzten Last-Level-Cache, wodurch die erforderlichen Zugriffe auf langsameren Hauptarbeitsspeicher verringert werden können. Ein gemeinsam genutzter Arbeitsspeicherbus, der einen physischen Prozessor mit einem Hauptarbeitsspeicher verbindet, kann zu einer Leistungseinschränkung der logischen Prozessoren führen, wenn die darauf ausgeführten virtuellen Maschinen arbeitsspeicherintensive Arbeitslasten ausführen, die um dieselben Ressourcen des Arbeitsspeicherbusses konkurrieren.

Alle logischen Prozessoren aller Prozessorkerne lassen sich unabhängig voneinander vom ESX-CPU-Scheduler zum Ausführen virtueller Maschinen verwenden, wodurch Funktionen bereitstellt werden, die mit SMP-Systemen vergleichbar sind. Beispielsweise kann eine virtuelle Zwei-Wege-Maschine die eigenen virtuellen Prozessoren auf logischen Prozessoren ausführen, die zum selben Kern gehören oder sich auf anderen physischen Kernen befinden.

Der ESX-CPU-Scheduler kann die Prozessortopologie und die Beziehungen zwischen Prozessorkernen und den darauf befindlichen logischen Prozessoren erkennen. Diese Informationen werden zur Planung der virtuellen Maschinen und Leistungsoptimierung eingesetzt.

Der ESX-CPU-Scheduler kann die Prozessortopologie erkennen, einschließlich der Beziehungen zwischen Sockets, Kernen und logischen Prozessoren. Der Scheduler verwendet Topologieinformationen zum Optimieren der Platzierung von virtuellen CPUs auf verschiedene Sockets, um die gesamte Cache-Verwendung zu optimieren und die Cache-Affinität durch die Minimierung der Migration von virtuellen CPUs zu verbessern.

In unterbelegten Systemen verteilt der ESX-CPU-Scheduler die Last standardmäßig über alle Sockets. Dies verbessert die Leistung durch das Maximieren des gesamten für die ausgeführten virtuellen CPUs verfügbaren Caches. Dadurch werden die virtuellen CPUs einer einzelnen virtuellen SMP-Maschine über mehrere Sockets verteilt (es sei denn, dass jeder Socket auch ein NUMA-Knoten ist, da der NUMA-Scheduler dann alle virtuellen CPUs der virtuellen Maschine auf denselben Socket beschränkt).

In einigen Fällen, z. B. wenn eine virtuelle SMP-Maschine einen erheblichen Datenaustausch zwischen seinen virtuellen CPUs aufweist, kann dieses Standardverhalten suboptimal sein. Für solche Arbeitslasten kann es hilfreich sein, alle virtuellen CPUs auf denselben Socket zu legen, mit einem gemeinsam genutzten Last-Level-Cache, selbst wenn der ESX/ESXi-Host unterbelegt ist. In solchen Szenarien können Sie das standardmäßige Verbreiten von virtuellen CPUs über Pakete außer Kraft setzen, indem Sie die folgende Konfigurationsoption in die `.vmx`-Konfigurationsdatei aufnehmen: `sched.cpu.vsmpConsolidate="TRUE"`.

Hyper-Threading

Durch die Hyper-Threading-Technologie kann sich ein einzelner physischer Prozessorkern wie zwei logische Prozessoren verhalten. Der Prozessor kann gleichzeitig zwei unabhängige Anwendungen ausführen. Zur Vermeidung von Verwechslungen zwischen logischen und physischen Prozessoren, bezeichnet Intel physische Prozessoren als Socket; dieser Begriff wird auch in diesem Kapitel verwendet.

Das Unternehmen Intel hat eine Hyper-Threading-Technologie zur Verbesserung der Leistung ihrer Pentium IV- und Xeon-Prozessorproduktlinien entwickelt. Mithilfe der Hyper-Threading-Technologie kann ein einzelner Prozessorkern gleichzeitig zwei unabhängige Threads ausführen.

Während Hyper-Threading die Leistung eines Systems nicht verdoppelt, kann es sie durch eine bessere Nutzung von Ressourcen im Leerlauf erhöhen, wodurch ein höherer Durchsatz für bestimmte wichtige Arbeitslasttypen erzielt wird. Eine auf einem logischen Prozessor eines belegten Kerns ausgeführte Anwendung verfügt über etwas mehr als die Hälfte des Durchsatzes, den sie erreichen würde, wenn sie alleine auf einem Prozessor ohne Hyper-Threading ausgeführt werden würde. Die Verbesserung der Leistung durch Hyper-Threading hängt stark von der jeweiligen Anwendung ab. Bei einigen Anwendungen kann Hyper-Threading sogar zu einem Leistungsabfall führen, da zahlreiche Prozessorressourcen (wie z. B. der Cache) von den logischen Prozessoren gemeinsam genutzt werden.

Hinweis Auf Prozessoren mit Hyper-Threading-Technologie von Intel kann jeder Kern über zwei logische Prozessoren verfügen, die den Großteil der Kernressourcen wie Arbeitsspeichercaches und Funktionseinheiten gemeinsam nutzen. Solche logischen Prozessoren werden in der Regel als Threads bezeichnet.

Viele Prozessoren unterstützen kein Hyper-Threading und verfügen daher nur über einen Thread pro Kern. Für solche Prozessoren entspricht die Anzahl der Kerne der Anzahl der logischen Prozessoren. Die folgenden Prozessoren unterstützen Hyper-Threading und besitzen zwei Threads pro Kern.

- Prozessoren basierend auf der Intel Xeon 5500-Prozessor-Mikroarchitektur.
- Intel Pentium 4 (für HT aktiviert)
- Intel Pentium EE 840 (für HT aktiviert)

Hyper-Threading und ESX/ESXi-Hosts

Ein ESX/ESXi-Host mit aktiviertem Hyper-Threading sollte sich ähnlich wie ein Host ohne Hyper-Threading verhalten. Sie müssen jedoch möglicherweise bestimmte Faktoren beachten, wenn Sie Hyper-Threading aktivieren.

ESX/ESXi-Hosts verwalten die Prozessorzeit intelligent, um sicherzustellen, dass die Last gleichmäßig über alle physischen Kerne des Systems verteilt wird. Logische Prozessoren auf demselben Kern verfügen über fortlaufende CPU-Nummern, d. h. die CPUs 0 und 1 befinden sich zusammen auf dem ersten Kern, die CPUs 2 und 3 auf dem zweiten Kern usw. Virtuelle Maschinen werden vorzugsweise statt für zwei logische Prozessoren auf demselben Kern für zwei unterschiedliche Kernen eingeplant.

Wenn für einen logischen Prozessor keine Arbeitslast vorhanden ist, wird er in einen angehaltenen Status versetzt, sodass seine Ausführungsressourcen freigesetzt werden. Dadurch kann die auf dem anderen Prozessor desselben Kerns ausgeführte virtuelle Maschine alle Ausführungsressourcen des Kerns verwenden. Der VMware-Scheduler berücksichtigt diese angehaltene Zeit genau und überträgt einer virtuellen Maschine, die mit den vollständigen Ressourcen eines Kerns ausgeführt wird, mehr Arbeitslast als einer virtuellen Maschine, die auf einem halben Kern ausgeführt wird. Dieser Ansatz für die Prozessorverwaltung gewährleistet, dass der Server keine der Standardregeln für die Ressourcenzuteilung von ESX/ESXi verletzt.

Überdenken Sie Ihren Bedarf für die Ressourcenverwaltung, bevor Sie die CPU-Affinität auf Hosts mit Hyper-Threading aktivieren. Wenn Sie beispielsweise eine virtuelle Maschine mit hoher Priorität an CPU 0 und eine andere virtuelle Maschine mit hoher Priorität an CPU 1 binden, müssen beide virtuelle Maschinen denselben physischen Kern verwenden. In diesem Fall ist es eventuell nicht möglich, den Ressourcenanforderungen dieser beiden virtuellen Maschinen gerecht zu werden. Stellen Sie sicher, dass die benutzerdefinierten Affinitätseinstellungen auf einem System mit Hyper-Threading sinnvoll sind.

AKtivieren von Hyper Threading

Zum Aktivieren von Hyper-Threading müssen Sie es zuerst in den BIOS-Einstellungen Ihres Systems aktivieren und es dann im vSphere-Client einschalten. Hyper-Threading ist standardmäßig aktiviert.

Manche Intel-Prozessoren, z. B. Xeon 5500-Prozessoren oder auf der P4-Mikroarchitektur basierende Prozessoren, unterstützen Hyper-Threading. Lesen Sie Ihre Systemdokumentation, um festzustellen, ob Ihre CPU Hyper-Threading unterstützt. ESX/ESXi kann Hyper-Threading nicht auf Systemen mit mehr als 32 physischen CPUs aktivieren, da für ESX/ESXi eine logische Grenze von 64 CPUs vorhanden ist.

Vorgehensweise

1 Stellen Sie sicher, dass Ihr System die Hyper-Threading-Technologie unterstützt.

2 Aktivieren Sie Hyper-Threading im System-BIOS.

Einige Hersteller bezeichnen diese Option als **[Logischer Prozessor]** , andere als **[Hyper-Threading aktivieren]** .

3 Stellen Sie sicher, dass Sie die Hyper-Threading-Funktion für den ESX/ESXi-Host aktivieren.

a Wählen Sie im vSphere-Client den Host, und klicken Sie anschließend auf die Registerkarte **[Konfiguration]** .

b Wählen Sie die Option **[Prozessoren (Processors)]** , und klicken Sie auf **[Eigenschaften (Properties)]** .

c Im Dialogfeld können Sie den Hyper-Threading-Status anzeigen und deaktivieren bzw. aktivieren (Standardeinstellung).

Hyper-Threading ist jetzt aktiviert.

Festlegen der Optionen für den gemeinsamen Zugriff auf Hyper-Threading für eine virtuelle Maschine

Sie können festlegen, wie die virtuellen CPUs einer virtuellen Maschine physische Kerne auf einem System mit Hyper-Threading gemeinsam verwenden können.

Ein Kern wird von zwei virtuellen CPUs gemeinsam verwendet, wenn sie gleichzeitig auf logischen CPUs des Kerns ausgeführt werden. Diese Eigenschaft kann für einzelne virtuelle Maschinen festgelegt werden.

Vorgehensweise

1 Klicken Sie mit der rechten Maustaste im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients auf eine virtuelle Maschine und wählen Sie **[Einstellungen bearbeiten]** .

2 Klicken Sie auf die Registerkarte **[Ressourcen (Resources)]** und anschließend Sie auf **[Erweiterte CPU (Advanced CPU)]** .

3 Wählen Sie einen Hyper-Threading-Modus für diese Virtuelle Maschine aus dem Dropdown-Menü **[Modus]** aus.

Optionen für gemeinsamen Kernzugriff mit Hyper-Threading

Sie können unter Verwendung des vSphere-Clients den Modus „Gemeinsamer Kernzugriff mit Hyper-Threading“ für eine virtuelle Maschine aktivieren.

Sie können zwischen den folgenden Möglichkeiten für diesen Modus wählen.

Tabelle 2-1. Modus für gemeinsamen Kernzugriff mit Hyper-Threading

Option	Beschreibung
Alle	Dies ist die Standardeinstellung für alle virtuellen Maschinen in einem System mit Hyper-Threading. Die virtuellen CPUs einer virtuellen Maschine mit dieser Einstellung können jederzeit frei die Kerne mit anderen virtuellen CPUs dieser oder anderer virtueller Maschinen gemeinsam nutzen.
Keine	Die virtuellen CPUs einer virtuellen Maschine sollten die Kerne nicht gemeinsam oder mit virtuellen CPUs anderer virtueller Maschinen nutzen. Das bedeutet, dass jeder virtuellen CPU dieser virtuellen Maschine stets ein ganzen Kern zugeteilt werden sollte, wobei die andere logische CPU auf diesem Kern in den angehaltenen Status versetzt wird.
Intern	Diese Option ist mit Keine (None) vergleichbar. Die virtuellen CPUs dieser virtuellen Maschine können die Kerne nicht gemeinsam mit virtuellen CPUs anderer virtueller Maschinen verwenden. Kerne derselben virtuellen Maschine können sie jedoch mit den anderen virtuellen CPUs gemeinsam nutzen. Sie können diese Option nur für virtuelle SMP-Maschinen auswählen. Bei Anwendung auf eine virtuelle Maschine mit nur einem Prozessor, wird diese Option vom System auf Keine (None) geändert.

Diese Optionen haben keine Auswirkung auf das Gleichgewicht oder die Zuteilung von CPU-Zeit. Unabhängig von den Hyper-Threading-Einstellungen einer virtuellen Maschine, erhält diese eine zu ihren CPU-Anteilen proportionale und den Einschränkungen durch die Werte für CPU-Reservierung und CPU-Grenze entsprechende CPU-Zeit.

Bei normalen Arbeitslasten sind benutzerdefinierte Hyper-Threading-Einstellungen eigentlich nicht notwendig. Die Optionen können im Falle ungewöhnlicher Arbeitslasten hilfreich sein, die mit der Hyper-Threading-Funktion nicht ordnungsgemäß interagieren. So könnte beispielsweise eine Anwendung mit Cache-Thrashing-Problemen eine andere Anwendung, die denselben physischen Kern verwendet, verlangsamen. Sie können die virtuelle Maschine, auf der die Anwendung ausgeführt wird, in den Hyper-Threading-Status Keine (None) oder Intern (Internal) versetzen, um sie von anderen virtuellen Maschinen zu isolieren.

Falls eine virtuelle CPU über Hyper-Threading-Einschränkungen verfügt, die es ihr nicht erlauben, einen Kern gemeinsam mit einer anderen virtuellen CPU zu verwenden, könnte das System sie umdisponieren, wenn andere virtuelle CPUs berechtigt sind, Prozessorzeit zu nutzen. Ohne die Hyper-Threading-Einschränkungen können Sie beide virtuelle CPUs auf demselben Kern einplanen.

Bei Systemen mit einer begrenzten Anzahl an Kernen (pro virtueller Maschine) potenziert sich das Problem. In einem solchen Fall könnte es sein, dass kein Kern verfügbar ist, auf den die umdisponierte virtuelle Maschine migriert werden könnte. Daher können virtuelle Maschinen mit der Hyper-Threading-Einstellung „Keine“ oder „Intern“ zu Leistungseinbußen führen, insbesondere auf Systemen mit einer begrenzten Anzahl an Kernen.

Unter Quarantäne stellen

In bestimmten, seltenen Fällen erkennt ein ESX/ESXi-Host möglicherweise, dass eine Anwendung Probleme mit der Pentium IV-Hyper-Threading-Technologie hat (dies gilt nicht für Systeme, die auf Intel Xeon 5500-Mikroarchitektur basieren). In solchen Fällen kann eine Quarantäne notwendig sein, die für den Benutzer transparent ist.

Bestimmte Typen von selbst modifizierendem Code können beispielsweise das normale Verhalten des Pentium IV-Trace-Caches stören und zu einer extremen Verlangsamung (von bis zu 90 %) bei Anwendungen führen, die sich einen Kern mit dem problematischen Code teilen. In solchen Fällen stellt der ESX/ESXi-Host die diesen Code ausführende virtuelle CPU unter Quarantäne und versetzt die virtuelle Maschine ggf. in den Modus Keine (None) oder Intern (Internal).

Stellen Sie die erweiterte Einstellung Cpu.MachineClearThreshold des Hosts auf 0, um die Quarantänefunktion zu deaktivieren.

Verwendung von CPU-Affinität

Durch das Festlegen einer CPU-Affinität für jede virtuelle Maschine können Sie in Systemen mit mehreren Prozessoren die Zuweisung virtueller Maschinen auf bestimmte verfügbare Prozessoren einschränken. Mithilfe dieser Funktion können Sie den Prozessoren gemäß der festgelegten Affinitätseinstellung einzelne virtuelle Maschinen zuweisen.

In diesem Kontext bezeichnet der Begriff „CPU“ in einem System mit Hyper-Threading einen logischen Prozessor, in einem System ohne Hyper-Threading jedoch einen Kern.

Die CPU-Affinitätseinstellung für eine virtuelle Maschine gilt nicht nur für alle mit der virtuellen Maschine verknüpften virtuellen CPUs, sondern auch für alle anderen mit der virtuellen Maschine verknüpften Threads (auch als „Worlds“ bezeichnet). Solche Threads virtueller Maschinen führen die Verarbeitung für die Emulation von Maus, Tastatur, Bildschirm, CD-ROM-Laufwerk und verschiedenen anderen Legacy-Geräten durch.

In einigen Fällen, z. B. bei anzeigeintensiven Arbeitslasten, kann eine erhebliche Kommunikation zwischen den virtuellen CPUs und den anderen Threads virtueller Maschinen stattfinden. Die Leistung wird möglicherweise verringert, wenn die Affinitätseinstellung für die virtuelle Maschine verhindert, dass zusätzliche Threads gleichzeitig mit den virtuellen CPUs der virtuellen Maschine geplant werden (beispielsweise eine virtuelle Maschine mit einem Prozessor mit Affinität zu einer einzelnen CPU oder eine virtuelle SMP-Maschine mit zwei Prozessoren mit Affinität zu lediglich zwei CPUs).

Für eine optimale Leistung bei Verwendung der manuellen Affinitätseinstellungen wird empfohlen, zumindest eine zusätzliche physische CPU in den Affinitätseinstellungen festzulegen, damit mindestens ein Thread der virtuellen Maschine gleichzeitig mit den virtuellen CPUs geplant werden kann (beispielsweise eine virtuelle Maschine mit einem Prozessor mit Affinität zu mindestens zwei CPUs oder eine virtuelle SMP-Maschine mit zwei CPUs mit Affinität zu mindestens drei CPUs).

HINWEIS Die CPU-Affinität gibt die Platzierungsbeschränkungen für „virtuelle Maschine zu Prozessor“ an und unterscheidet sich von der auf DRS-Regeln basierenden Affinität, die die Hostplatzierungsbeschränkungen für „virtuelle Maschine zu virtuelle Maschine“ angibt.

Zuweisen von einer virtuellen Maschine zu einem bestimmten Prozessor

Unter Verwendung der CPU-Affinität können Sie eine virtuelle Maschine einem bestimmten Prozessor zuweisen. Dadurch können Sie die Zuweisung von virtuellen Maschinen auf einen bestimmten verfügbaren Prozessor in Systemen mit mehreren Prozessoren beschränken.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients eine virtuelle Maschine aus und wählen Sie **[Einstellungen bearbeiten]** .

2 Wählen Sie die Registerkarte **[Ressourcen]** und anschließend **[Erweiterte CPU]** .

3 Klicken Sie auf die Schaltfläche **[Auf folgenden Prozessoren ausführen (Run on processor(s))]** .

4 Wählen Sie die Prozessoren, auf denen die virtuelle Maschine ausgeführt werden soll, und klicken Sie anschließend auf **[OK]** .

Mögliche Probleme mit der CPU-Affinität

Bevor Sie die CPU-Affinität verwenden, müssen Sie möglicherweise bestimmte Probleme beachten.

Mögliche Probleme mit der CPU-Affinität:

- Bei Systemen mit mehreren Prozessoren führen die ESX/ESXi-Systeme einen automatischen Lastenausgleich durch. Vermeiden Sie eine manuelle Festlegung der Affinität virtueller Maschinen, damit die Last vom Scheduler besser über mehrere Prozessoren verteilt werden kann.
- Die Einhaltung der festgelegten Reservierung und Anteile für eine virtuelle Maschine durch den ESX/ESXi-Host kann durch Affinität beeinträchtigt werden.
- Da die CPU-Zugangssteuerung die Affinität nicht berücksichtigt, erhält eine virtuelle Maschine mit manuellen Affinitätseinstellungen möglicherweise nicht immer die für sie vorgesehene vollständige Reservierung.

  Umgekehrt werden virtuelle Maschinen ohne manuelle Affinitätseinstellungen nicht durch virtuelle Maschinen mit manuellen Affinitätseinstellungen beeinträchtigt.
- Beim Verschieben einer virtuellen Maschine zwischen zwei Hosts wird die Affinität möglicherweise aufgehoben, da der neue Host über eine andere Prozessoranzahl verfügen kann.
- Der NUMA-Scheduler ist unter Umständen nicht in der Lage, eine virtuelle Maschine zu verwalten, die mithilfe der Affinität bestimmten Prozessoren zugewiesen wurde.
- Affinitätseinstellungen können die Fähigkeit des ESX/ESXi-Hosts beeinträchtigen, virtuelle Maschinen für Prozessoren mit mehreren Kernen oder Hyper-Threading-Prozessoren einzuplanen, um von allen Vorteilen der gemeinsamen Ressourcennutzung auf solchen Prozessoren zu profitieren.

CPU-Energieverwaltung

Sie können Ihre ESX/ESXi-Hosts zum Verbessern der CPU-Energieeffizienz so konfigurieren, dass sie die Taktfrequenz der CPU bedarfsabhängig dynamisch anpassen. Diese Art der Energieverwaltung wird DVFS (Dynamic Voltage and Frequency Scaling) genannt. Sie verwendet Prozessorleistungszustände (P-Zustände), die dem VMkernel über eine ACPI-Schnittstelle zur Verfügung gestellt werden.

ESX/ESXi unterstützt die Enhanced Intel SpeedStep- und Enhanced AMD PowerNow!- Technologien für die CPU-Energieverwaltung. Damit der VMkernel die Energieverwaltungsfunktionen, die diese Technologien bieten, nutzen kann, müssen Sie möglicherweise zuerst die Energieverwaltung, die manchmal auch DBS (Demand-Based Switching) genannt wird, im BIOS aktivieren.

Verwenden Sie das erweiterte Hostattribut „Power.CpuPolicy“, um die CPU-Energieverwaltungsrichtlinie festzulegen. Diese Attributeinstellung wird in der Hostkonfiguration gespeichert und kann beim Starten erneut verwendet werden. Sie kann jedoch jederzeit geändert werden und erfordert keinen Neustart des Servers. Sie können dieses Attribut auf die folgenden Werte festlegen.

statisch Der Standardwert. Der VMkernel kann die auf dem Host verfügbaren Energieverwaltungsfunktionen erkennen, verwendet sie aber nicht, es sei denn, er wird vom BIOS dazu aufgefordert, die Energieaufnahme oder die Wärmeabgabe zu regulieren.

Dynamisch Der VMkernel optimiert die Taktfrequenz jeder CPU, um dem Bedarf zu entsprechen und die Energieeffizienz zu steigern, ohne die Leistung zu beeinträchtigen. Wenn der CPU-Bedarf steigt, sorgt diese Richtlinieneinstellung dafür, dass die Taktfrequenzen der CPUs ebenfalls erhöht werden.

Verwalten von Arbeitsspeicherressourcen 3

Alle modernen Betriebssysteme unterstützen einen virtuellen Arbeitsspeicher, sodass die Software mehr Arbeitsspeicher verwenden kann, als die Maschine physisch gesehen bietet. In gleicher Weise bietet der ESX/ESXi-Hypervisor Unterstützung für die Überbelegung von VM-Arbeitsspeicher, bei der die Menge des für alle virtuellen Maschinen konfigurierten Gastarbeitsspeichers möglicherweise größer als die Menge an physischen Host-Arbeitsspeicher ist.

Wenn Sie die Arbeitsspeichervirtualisierung verwenden möchten, sollten Sie mit den Prozessen zum Zuweisen, Belasten und Rückgewinnen von Arbeitsspeicher durch ESX/ESXi-Hosts vertraut sein. Darüber hinaus muss Ihnen der Arbeitsspeicher-Overhead bekannt sein, der bei virtuellen Maschinen auftritt.

Dieses Kapitel behandelt die folgenden Themen:

- „Grundlagen der Arbeitsspeichervirtualisierung“, auf Seite 27
- „Verwalten von Arbeitsspeicherressourcen“, auf Seite 31

Grundlagen der Arbeitsspeichervirtualisierung

Bevor Sie mit dem Verwalten von Arbeitsspeicherressourcen beginnen, sollte Ihnen bekannt sein, wie diese von ESX/ESXi virtualisiert und verwendet werden.

Der VMkernel verwaltet den gesamten Arbeitsspeicher der Maschinen. (Ausgenommen hiervon ist der Arbeitsspeicher, der der Servicekonsole in ESX zugeteilt ist.) Einen Teil dieses verwalteten Arbeitsspeichers reserviert der VMkernel für sich selbst. Der Rest steht den virtuellen Maschinen zur Verfügung. Virtuelle Maschinen benötigen den Arbeitsspeicher der virtuellen Maschinen für zwei Zwecke: Zum einen benötigt jede virtuelle Maschine einen eigenen Arbeitsspeicher und zum anderen benötigt der VMM ebenfalls eine gewisse Menge an Arbeitsspeicher sowie einen dynamischen Overhead-Arbeitsspeicher für seinen Code und seine Daten.

Der virtuelle Arbeitsspeicherplatz ist in Blöcke unterteilt, normalerweise zu je 4 KB, die als Seiten bezeichnet werden. Der physische Arbeitsspeicher ist ebenfalls in Blöcke unterteilt, normalerweise ebenfalls zu je 4 KB. Wenn der physische Arbeitsspeicher voll ist, werden die Daten der virtuellen Seiten, die nicht im physischen Arbeitsspeicher aufgenommen werden können, auf Festplatte gespeichert. ESX/ESXi bietet auch Unterstützung für große Seiten (2 MB). Siehe „Erweiterte Arbeitsspeicherattribute“, auf Seite 110.

Arbeitsspeicher virtueller Maschinen

Jede virtuelle Maschine verbraucht Arbeitsspeicher auf der Grundlage der für sie konfigurierten Größe, sowie einen zusätzlichen Overhead-Arbeitsspeicher für die Virtualisierung.

Konfigurierte Größe

Die konfigurierte Größe ist ein Konstrukt auf Virtualisierungsebene für die virtuelle Maschine. Hierbei handelt es sich um die Arbeitsspeichergröße, die dem Gastbetriebssystem angezeigt wird. Sie ist unabhängig von der Größe des physischen RAM, der der virtuellen Maschine zugeteilt ist, die, wie im Folgenden erläutert, von den Ressourceneinstellungen (Anteile, Reservierung, Grenze) abhängt.

Nehmen Sie eine virtuelle Maschine mit einer konfigurierten Größe von 1 GB als Beispiel. Wenn das Gastbetriebssystem startet, erkennt es, dass es auf einer dedizierten Maschine mit 1 GB an physischem Arbeitsspeicher ausgeführt wird. Die tatsächliche Größe des physischen Hostarbeitsspeichers, der der virtuellen Maschine zugeteilt wurde, hängt von den Ressourceneinstellungen für den Arbeitsspeicher und Arbeitsspeicherkonflikten auf dem ESX/ESXi-Host ab. In einigen Fällen kann dabei der virtuellen Maschine die gesamte Größe von 1 GB zugeteilt werden. In anderen Fällen wäre die Zuteilung kleiner. Unabhängig von der aktuellen Zuteilung verhält sich das Gastbetriebssystem weiterhin, als ob es auf einer dedizierten virtuellen Maschine mit 1 GB physischem Arbeitsspeicher ausgeführt werden würde.

Anteile Anteile legen die relative Priorität einer virtuellen Maschine fest, falls ein über die Reservierung hinausgehender Speicher verfügbar ist.

Reservierung Die Reservierung ist eine garantierte Untergrenze für die Menge an physischem Arbeitsspeicher, die der Host für eine virtuelle Maschine reserviert, auch wenn der Arbeitsspeicher mehrfach vergeben wird. Die Reservierung sollte so festgelegt werden, dass die virtuelle Maschine über ausreichend Arbeitsspeicher verfügt, um eine effiziente Ausführung ohne übermäßiges Paging zu gewährleisten.
Nachdem eine virtuelle Maschine die zugehörige Reservierung voll ausgeschöpft hat, behält sie diese Menge an Arbeitsspeicher bei. Dieser Arbeitsspeicher wird auch dann nicht zurückgefordert, wenn sich die virtuelle Maschine im Leerlauf befindet. Beispielsweise greifen einige Gastbetriebssysteme (z. B. Linux) möglicherweise direkt nach dem Starten nicht auf den gesamten konfigurierten Arbeitsspeicher zu. Bis die virtuellen Maschinen die zugehörige Reservierung voll ausschöpfen, kann der VMkernel ungenutzte Anteile dieser Reservierung anderen virtuellen Maschinen zuweisen. Wenn jedoch die Arbeitslast des Gastbetriebssystems ansteigt und die virtuelle Maschine ihre Reservierung voll ausschöpft, behält sie danach diese Arbeitsspeichermenge.

Grenzwert Ein Grenzwert ist eine obere Einschränkung der Menge an physischem Arbeitsspeicher, die der Host der virtuellen Maschine zuweisen kann. Die Arbeitsspeicherzuteilung für eine virtuelle Maschine wird zudem ausdrücklich durch die konfigurierte Größe begrenzt.
Overhead-Arbeitsspeicher besteht aus einem für den Bildspeicher der virtuellen Maschine und verschiedene Virtualisierungsdatenstrukturen reservierten Speicherplatz.

Arbeitsspeicherüberbelegung

Für jede ausgeführte virtuelle Maschine reserviert das System physischen Arbeitsspeicher, sowohl für die Reservierung der virtuellen Maschine (falls vorhanden) als auch für ihren Virtualisierungs-Overhead.

Aufgrund der vom ESX/ESXi-Host angewandten Verfahren für die Arbeitsspeicherverwaltung ist es jedoch möglich, dass die virtuellen Maschinen mehr Arbeitsspeicher nutzen, als der physische Computer (der Host) zur Verfügung stellt. Wenn Sie beispielsweise über einen Host mit einem Arbeitsspeicher von 2 GB verfügen und vier virtuelle Maschinen mit einem Arbeitsspeicher von je 1 GB ausführen, ist der Arbeitsspeicher mehrfach vergeben.

Die Mehrfachvergabe ist deshalb sinnvoll, weil normalerweise einige virtuelle Maschinen nur wenig beansprucht werden, andere wiederum stark, und die relativen Aktivitätsstufen im Zeitverlauf variieren.

Im Hinblick auf eine verbesserte Arbeitsspeichernutzung, überträgt der ESX/ESXi-Host automatisch Arbeitsspeicher von im Leerlauf befindlichen virtuellen Maschinen auf virtuelle Maschinen, die mehr Arbeitsspeicher benötigen. Verwenden Sie die Parameter für die Reservierung bzw. Anteile, um vorzugsweise wichtigen virtuellen Maschinen Arbeitsspeicher zuzuteilen. Dieser Arbeitsspeicher steht anderen virtuellen Maschinen weiterhin zur Verfügung, wenn er nicht genutzt wird.

Gemeinsame Arbeitsspeichernutzung

Bei vielen Arbeitslasten bietet sich die gemeinsame Nutzung von Arbeitsspeicher durch virtuelle Maschinen an.

So können beispielsweise mehrere virtuelle Maschinen Instanzen desselben Gastbetriebssystems ausführen, gleiche Anwendungen oder Komponenten laden oder gemeinsame Daten enthalten. ESX/ESXi-Systeme verwenden ein eigenes Verfahren zur gemeinsamen Nutzung von Seiten, um redundante Kopien von Arbeitsspeicherseiten abgesichert zu eliminieren.

Durch die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung verbraucht die aus mehreren virtuellen Maschinen bestehende Arbeitslast oftmals weniger Arbeitsspeicher, als dies der Fall bei der Ausführung auf physischen Maschinen wäre. Folglich kann das System eine höhere Anzahl an Mehrfachvergaben effizient unterstützen.

Der Anteil des durch die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung eingesparten Arbeitsspeichers hängt von den Eigenschaften der Arbeitslast ab. Eine Arbeitslast, die aus vielen nahezu identischen virtuellen Maschinen besteht, kann mehr als 30 % Speicherplatz freisetzen, während sich bei einer heterogenen Arbeitslast Arbeitsspeichereinsparungen von weniger als 5 % ergeben können.

Softwarebasierte Arbeitsspeichervirtualisierung

ESX/ESXi virtualisiert den physischen Arbeitsspeicher des Gasts, indem eine zusätzliche Ebene der Adressübertragung hinzugefügt wird.

- Der VMM der einzelnen virtuellen Maschinen übernimmt die Zuordnung der physischen Arbeitsspeicherseiten des Gastbetriebssystems zu den physischen Arbeitsspeicherseiten der zugrunde liegenden Maschine. (VMware bezeichnet die physischen Seiten des zugrunde liegenden Hosts als Maschinenseiten und die physischen Seiten des Gastbetriebssystems als physische Seiten.)

  Jede virtuelle Maschine verfügt über einen zusammenhängenden, nullbasierten, adressierbaren physischen Arbeitsspeicher. Der zugrunde liegende Maschinenarbeitsspeicher des von den virtuellen Maschinen verwendeten Servers ist nicht unbedingt zusammenhängend.

- Der VMM fängt Anweisungen virtueller Maschinen ab, die die Verwaltungsstrukturen für die Arbeitsspeicher des Gastbetriebssystems manipulieren, sodass die eigentliche Arbeitsspeicherverwaltungseinheit (MMU) des Prozessors nicht direkt durch die virtuelle Maschine aktualisiert wird.

- Der ESX/ESXi-Host verwaltet die Zuordnungen von virtuellen Seiten zu Maschinenseiten in einer Schattenseitentabelle, die entsprechend den (durch den VMM verwalteten) Zuordnungen von physischen Seiten zu Maschinenseiten auf dem aktuellen Stand gehalten wird.
- Die Schattenseitentabellen werden direkt durch die Paging-Hardware des Prozessors verwendet.

Nach der Einrichtung der Schattenseitentabellen, ermöglicht es dieser Ansatz der Adressübertragung, dass normale Arbeitsspeicherzugriffe innerhalb der virtuellen Maschine ohne zusätzlichen Adressübertragungs-Overhead erfolgen können. Da der TLB (Translation Look-aside Buffer) auf dem Prozessor direkte Caches der V2M-Zuordnungen (Virtual-To-Machine) erstellt, die er aus den Schattenseitentabellen abliest, wird durch den VMM für den Arbeitsspeicherzugriff kein zusätzlicher Overhead hinzugefügt.

Überlegungen zur Leistung

Die Verwendung von zweiseitigen Tabellen hat folgende Auswirkungen auf die Leistung.

- Bei normalen Zugriffen auf den Gastarbeitsspeicher tritt kein Overhead auf.
- Für die Arbeitsspeicherzuordnung innerhalb einer virtuellen Maschine ist zusätzliche Zeit erforderlich, was sich wie folgt auswirken könnte:
  - Das Betriebssystem der virtuellen Maschine richtet Zuordnungen von virtuellen zu physischen Adressen ein oder aktualisiert diese.
  - Das Betriebssystem der virtuellen Maschine wechselt zwischen zwei Adressbereichen (Kontextwechsel).
- Genau wie bei der CPU-Virtualisierung hängt der Overhead der Arbeitsspeichervirtualisierung von der Arbeitslast ab.

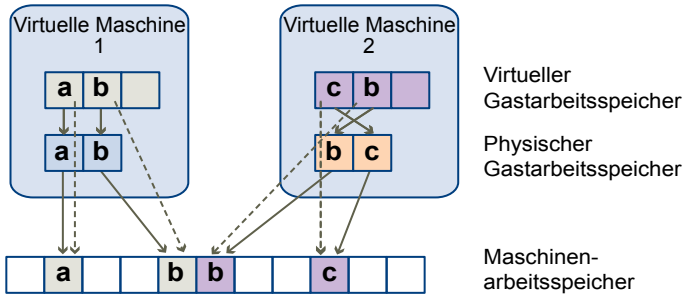
Hardwaregestützte Arbeitsspeichervirtualisierung

Einige CPUs, wie z. B. AMD SVM-V und die Intel Xeon 5500-Serie, ermöglichen durch die Verwendung von zwei Seitentabellenebenen eine Hardwareunterstützung für die Arbeitsspeichervirtualisierung.

In der ersten Ebene der Seitentabellen sind die V2P-Übertragungen (Virtual-To-Physical) gespeichert, während in der zweiten Ebene die Speichertabellen die P2M-Übertragungen (Physical-To-Machine) gespeichert werden. Der TLB (Translation Look-aside Buffer) ist ein Cache für Übersetzungen, der von der MMU-Hardware des Prozessors verwaltet wird. Eine fehlgeschlagene TLB-Suche bedeutet, dass bestimmte Informationen nicht in diesem Cache vorhanden sind. In diesem Fall muss die Hardware (möglicherweise viele Male) auf den Arbeitsspeicher zugreifen, um die erforderliche Übersetzung zu finden. Wenn eine bestimmte virtuelle Gastadresse nicht im TLB vorhanden ist, werden von der Hardware beide Seitentabellen berücksichtigt, um die virtuelle Gastadresse in die physische Hostadresse zu übersetzen.

Das Diagramm in Abbildung 3-1 veranschaulicht die Implementierung der Arbeitsspeichervirtualisierung bei ESX/ESXi.

Abbildung 3-1. Arbeitsspeicherzuordnung bei ESX/ESXi



- Durch die Kästchen werden Seiten dargestellt; die Pfeile veranschaulichen die verschiedenen Arbeitsspeicherzuordnungen.
- Die Pfeile vom virtuellen Arbeitsspeicher des Gasts zum physischen Arbeitsspeicher des Gasts zeigen die durch die Seitentabellen des Gastbetriebssystems gepflegte Zuordnung. (Die Zuordnung vom virtuellen Arbeitsspeicher zum linearen Arbeitsspeicher für Prozessoren mit x86-Architektur ist nicht dargestellt).
- Die Pfeile vom physischen Arbeitsspeicher des Gasts zum Maschinenarbeitsspeicher stellen die durch den VMM gepflegte Zuordnung dar.
- Die gestrichelten Pfeile zeigen die Zuordnung vom virtuellen Arbeitsspeicher des Gasts zum Maschinenarbeitsspeicher in den Schattenseitentabellen, die ebenfalls durch den VMM gepflegt werden. Der zugrunde liegende Prozessor, der die virtuelle Maschine ausführt, verwendet die Zuordnungen in der Schattenseitentabelle.

Aufgrund der mit der Virtualisierung einhergehenden zusätzlichen Ebene der Arbeitsspeicherzuordnung kann mit ESX/ESXi eine effektive Arbeitsspeicherverwaltung für alle virtuellen Maschinen umgesetzt werden. Ein Teil des physischen Arbeitsspeichers einer virtuellen Maschine könnte dabei gemeinsam genutzten Seiten, nicht zugeordneten Seiten oder ausgelagerten Seiten zugeordnet werden.

Der ESX/ESXi-Host führt die virtuelle Arbeitsspeicherverwaltung aus, ohne dass das Gastbetriebssystem darüber informiert ist und ohne Einfluss auf das eigene Subsystem der Arbeitsspeicherverwaltung im Gastbetriebssystem.

Überlegungen zur Leistung

Wenn Sie die Hardwareunterstützung verwenden, wird dadurch der Overhead für die softwarebasierte Arbeitsspeichervirtualisierung eliminiert. Insbesondere beseitigt die Hardwareunterstützung den Overhead, der für die Synchronisierung der Schattenseitentabellen mit Gastseitentabellen benötigt wird. Die TLB-Fehlerlatenz bei Verwendung der Hardwareunterstützung ist jedoch deutlich höher. Ob eine Arbeitslast die Hardwareunterstützung zum Vorteil nutzen kann oder nicht, hängt demnach vom Overhead ab, der durch die Arbeitsspeichervirtualisierung bei Verwendung einer softwarebasierten Arbeitsspeichervirtualisierung verursacht wird. Wenn eine Arbeitslast eine geringe Menge an Seitentabellenaktivität umfasst (wie Prozesserstellung, Arbeitsspeicherzuordnung oder Kontext-Switches), verursacht die softwarebasierte Virtualisierung keinen erheblichen Overhead. Umgekehrt ist es wahrscheinlich, dass Arbeitslasten mit einem großen Anteil an Seitentabellenaktivität von der Hardwareunterstützung profitieren.

Verwalten von Arbeitsspeicherressourcen

Mithilfe des vSphere-Clients können Sie Informationen zu Einstellungen für die Arbeitsspeicherzuteilung anzeigen und Änderungen an diesen Einstellungen vornehmen. Damit Sie Ihre Arbeitsspeicherressourcen effektiv verwalten können, müssen Sie auch mit dem Arbeitsspeicher-Overhead, der Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher und dem Prozess der Rückgewinnung von Arbeitsspeicher durch ESX/ESXi-Hosts vertraut sein.

Beim Verwalten von Arbeitsspeicherressourcen können Sie die Arbeitsspeicherzuteilung festlegen. Falls Sie die Arbeitsspeicherzuteilung nicht anpassen, verwendet der ESX/ESXi-Host Standardwerte, die in den meisten Situationen zu zufriedenstellenden Ergebnissen führen.

Sie können die Arbeitsspeicherzuteilung auf verschiedene Weisen festlegen.

- Verwenden Sie die Attribute und speziellen Funktionen, die über den vSphere-Client verfügbar sind. Über die grafische Benutzeroberfläche im vSphere-Client können Sie eine Verbindung zu einem ESX/ESXi-Host oder einem vCenter Server-System herstellen.
- Verwenden Sie die erweiterten Einstellungen.
- Verwenden Sie für die Skript-Arbeitsspeicherzuteilung das vSphere-SDK.

Anzeigen von Informationen zur Arbeitsspeicherreservierung

Sie können den vSphere-Client zum Anzeigen von Informationen zu den aktuellen Arbeitsspeicherreservierungen verwenden.

Sie können die Informationen zu dem gesamten Arbeitsspeicher und dem für die virtuellen Maschinen verfügbaren Arbeitsspeicher anzeigen. In ESX 3 können Sie außerdem den Arbeitsspeicher anzeigen, der der Servicekonsole zugewiesen wurde.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie im vSphere-Client einen Host und klicken Sie auf die Registerkarte **[Konfiguration]** .

2 Klicken Sie auf **[Arbeitsspeicher]** .

Näheres zu den angezeigten Informationen finden Sie unter „Arbeitsspeicherinformationen zum Host“, auf Seite 32.

Arbeitsspeicherinformationen zum Host

Der vSphere-Client zeigt Informationen zur Arbeitsspeicherzuteilung des Hosts an.

Die Host-Arbeitsspeicher-Felder werden unter Tabelle 3-1 erläutert.

Tabelle 3-1. Arbeitsspeicherinformationen zum Host

Feld	Beschreibung
Gesamt	Physischer Gesamtarbeitsspeicher für diesen Host.
System	Arbeitsspeicher, der vom ESX/ESXi-System genutzt wird. ESX/ESXi nutzt mindestens 50 MB an Systemarbeitsspeicher für den VMkernel sowie zusätzlichen Arbeitsspeicher für Gerätetreiber. Der Arbeitsspeicher wird beim Laden von ESX/ESXi zugeteilt und ist nicht konfigurierbar. Der tatsächlich für die Virtualisierungsebene erforderliche Arbeitsspeicher hängt von der Anzahl und dem Typ der PCI-Geräte (Peripheral Component Interconnect) eines Hosts ab. Einige Treiber benötigen 40 MB, d. h. nahezu die doppelte Menge an Arbeitsspeicher des Basissystems. Der ESX/ESXi-Host versucht außerdem, jederzeit eine gewisse Arbeitsspeichermenge zu reservieren, um dynamische Zuteilungsanforderungen effizient handhaben zu können. ESX/ESXi stellt diesen Anteil auf etwa 6 % des zum Ausführen virtueller Maschinen verfügbaren Arbeitsspeichers ein. Ein ESXi-Host verwendet zusätzlichen Systemarbeitsspeicher für Verwaltungsagenten, die in der Servicekonsole eines ESX-Hosts ausgeführt werden.

Tabelle 3-1. Arbeitsspeicherinformationen zum Host (Fortsetzung)

Feld	Beschreibung
Virtuelle Maschinen	Arbeitsspeicher, der von den auf dem ausgewählten Host ausgeführten virtuellen Maschinen genutzt wird. Der Großteil des Hostarbeitsspeichers wird zum Ausführen virtueller Maschinen genutzt. Der ESX/ESXi-Host verwaltet die Zuteilung dieses Arbeitsspeichers für virtuelle Maschinen auf der Grundlage administrativer Parameter und je nach Systemlast. Der durch die virtuellen Maschinen nutzbare physische Arbeitsspeicher ist stets geringer als der im physischen Host vorhandene Arbeitsspeicher, da die Virtualisierungsschicht einen gewissen Anteil der Ressourcen verbraucht. So kann beispielsweise ein Host mit einer dualen 3,2-GHz-CPU und einem 2-GB-Arbeitsspeicher den virtuellen Maschinen eine CPU-Leistung von 6 GHz und einen Arbeitsspeicher von 1,5 GB für deren Verwendung zur Verfügung stellen.
Servicekonsole	Reservierter Arbeitsspeicher für die Servicekonsole. Klicken Sie auf **[Eigenschaften (Properties)]** , um die Größe des für die Servicekonsole verfügbaren Arbeitsspeichers zu ändern. Dieses Feld wird nur in ESX angezeigt. ESXi bietet keine Servicekonsole.

Grundlegendes zum Arbeitsspeicher-Overhead

Die Virtualisierung von Arbeitsspeicherressourcen bringt einen gewissen Overhead mit sich.

Bei virtuellen Maschinen in ESX/ESXi sind zwei Arten von Arbeitsspeicher-Overhead möglich.

- Die zusätzliche Zeit für den Arbeitsspeicherzugriff innerhalb einer virtuellen Maschine.
- Der zusätzliche Bereich, der vom ESX/ESXi-Host, über den zugeteilten Arbeitsspeicher der einzelnen virtuellen Maschinen hinausgehend, für seinen eigenen Code und Datenstrukturen benötigt wird.

Die Arbeitsspeichervirtualisierung in ESX/ESXi erzeugt einen geringfügigen zeitlichen Overhead beim Arbeitsspeicherzugriff. Weil die Paging-Hardware des Prozessors Seitentabellen direkt verwendet (Schattenseitentabellen für den softwarebasierten Ansatz oder verschachtelte Seitentabellen für den hardwareunterstützten Ansatz), können die meisten Arbeitsspeicherzugriffe innerhalb der virtuellen Maschine ohne Overhead bei der Adressübertragung ausgeführt werden.

Der Arbeitsspeicherbereich-Overhead setzt sich aus zwei Komponenten zusammen.

- Einem festen, systemweiten Overhead für die Servicekonsole (nur für ESX) und den VMkernel.
- Einem zusätzlichen Overhead für jede virtuelle Maschine.

Bei ESX belegt die Servicekonsole normalerweise einen Arbeitsspeicher von 272 MB und der VMkernel einen kleineren Arbeitsspeicheranteil. Der Anteil ist abhängig von der Anzahl und Größe der verwendeten Gerätetreiber.

Overhead-Arbeitsspeicher besteht aus für den Bildspeicher der virtuellen Maschine und für verschiedene Virtualisierungsdatenstrukturen, z. B. Schattenseitentabellen, reserviertem Speicher. Der Overhead-Arbeitsspeicher hängt von der Anzahl an virtuellen CPUs und dem konfigurierten Arbeitsspeicher für das Gastbetriebssystem ab.

ESX/ESXi bietet außerdem Optimierungen wie z. B. die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung, um den Anteil des auf dem zugrunde liegenden Server verwendeten physischen Arbeitsspeichers zu verringern. Diese Optimierungen können mehr Arbeitsspeicher einsparen, als durch den Overhead verloren gehen.

Overhead-Arbeitsspeicher bei virtuellen Maschinen

Bei virtuellen Maschinen tritt Overhead-Arbeitsspeicher auf. Die Menge dieses Overheads sollte Ihnen bekannt sein.

Unter Tabelle 3-2 ist der Overhead-Arbeitsspeicher (in MB) für jede VCPU-Anzahl aufgelistet.

Tabelle 3-2. Overhead-Arbeitsspeicher bei virtuellen Maschinen

Arbeits-speicher (MB)	1 VCPU	2 VCPUs	3 VCPUs	4 VCPUs	5 VCPUs	6 VCPUs	7 VCPUs	8 VCPUs
256	113.17	159.43	200.53	241.62	293.15	334.27	375.38	416.50
512	116.68	164.96	206.07	247.17	302.75	343.88	385.02	426.15
1024	123.73	176.05	217.18	258.30	322.00	363.17	404.34	445.52
2048	137.81	198.20	239.37	280.53	360.46	401.70	442.94	484.18
4096	165.98	242.51	283.75	324.99	437.37	478.75	520.14	561.52
8192	222.30	331.12	372.52	413.91	591.20	632.86	674.53	716.19
16384	334.96	508.34	550.05	591.76	900.44	942.98	985.52	1028.07
32768	560.27	863.41	906.06	948.71	1515.75	1559.42	1603.09	1646.76
65536	1011.21	1572.29	1616.19	1660.09	2746.38	2792.30	2838.22	2884.14
131072	1912.48	2990.05	3036.46	3082.88	5220.24	5273.18	5326.11	5379.05
262144	3714.99	5830.60	5884.53	5938.46	10142.83	10204.79	10266.74	10328.69

Arbeitsspeicherzuteilung durch ESX/ESXi-Hosts

Der ESX/ESXi-Host teilt den Arbeitsspeicher den einzelnen virtuellen Maschinen gemäß der Festlegung im Parameter `Grenzwert` zu, es sei denn, der Arbeitsspeicher ist überbelegt. Der ESX/ESXi-Host teilt einer virtuellen Maschine nie mehr Arbeitsspeicher zu als für ihre physische Arbeitsspeichergröße festgelegt wurde.

So kann eine virtuelle Maschine mit 1 GB beispielsweise über den Standardgrenzwert (unbegrenzt) oder einen benutzerdefinierten Grenzwert (z. B. 2 GB) verfügen. In beiden Fällen weist der ESX/ESXi-Host nie mehr als 1 GB zu und folgt damit der festgelegten physischen Arbeitsspeichergröße.

Bei einer Überbelegung des Arbeitsspeichers wird jeder virtuellen Maschine eine Arbeitsspeichermenge zugeteilt, die zwischen dem Wert für **[Reservierung]** und dem Wert für **[Grenzwert]** liegt. Die Arbeitsspeichermenge, die einer virtuellen Maschine oberhalb der für sie festgelegten Reservierung zugeteilt wird, ist normalerweise von der aktuellen Arbeitsspeicherlast abhängig.

Der ESX/ESXi-Host bestimmt die Zuteilungen für die einzelnen virtuellen Maschinen basierend auf der Anzahl an ihr zugeteilten Anteile und anhand einer Größenschätzung des aktuellen Working Sets.

- Anteile – ESX/ESXi-Hosts verwenden eine geänderte, zum Anteil proportionale Richtlinie für die Arbeitsspeicherzuteilung. Arbeitsspeicheranteile berechtigen eine virtuelle Maschine zum Erhalt eines Bruchteils des verfügbaren physischen Arbeitsspeichers.
- Working Set-Größe – ESX/ESXi-Hosts schätzen das Working Set einer virtuellen Maschine, indem sie deren Arbeitsspeicheraktivität während der Ausführungszeit über mehrere aufeinander folgende Zeiträume hinweg überwachen. Die Schätzungen werden über mehrere Zeiträume hinweg ausgeglichen, wobei Methoden angewandt werden, die schnell auf den Anstieg und etwas langsamer auf die Verringerung der Working Set-Größe reagieren.

  Durch diesen Ansatz wird sichergestellt, dass eine virtuelle Maschine, aus der Arbeitsspeicheranteile im Leerlauf zurückgewonnen werden, schnell auf ihre volle anteilsbasierte Zuweisung aufstocken kann, sobald sie mehr Arbeitsspeicher benötigt.

  Die Arbeitsspeicheraktivität wird zum Schätzen der Working Set-Größen für einen Standard-Zeitraum von 60 Sekunden überwacht. Sie können diesen Standardwert ändern, indem Sie die erweiterte Einstellung `Mem.SamplePeriod` anpassen. Siehe „Festlegen von erweiterten Hostattributen“, auf Seite 109.

Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher virtueller Maschinen

Wenn eine virtuelle Maschine nicht den gesamten ihr derzeit zugeteilten Arbeitsspeicher aktiv nutzt, belastet ESX/ESXi den im Leerlauf befindlichen Arbeitsspeicher mehr als den genutzten. Dadurch wird verhindert, dass Arbeitsspeicher im Leerlauf durch die virtuellen Maschinen angehäuft wird.

Die Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher wird auf progressive Weise angewendet. Die effektive Belastungsrate erhöht sich, wenn das Verhältnis von Arbeitsspeicher im Leerlauf zu aktivem Arbeitsspeicher für die virtuelle Maschine ansteigt. (In früheren Versionen von ESX, die keine hierarchischen Ressourcenpools unterstützten, wurde der gesamte Arbeitsspeicher im Leerlauf für eine virtuelle Maschine gleich stark belastet).

Mithilfe der erweiterten Einstellung `Mem.IdleTax` können Sie die Rate der Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher ändern. Diese Option kann zusammen mit dem erweiterten Attribut `Mem.SamplePeriod` verwendet werden, um zu steuern, wie das System Zielarbeitsspeicherreservierungen für virtuelle Maschinen festlegt. Siehe „Festlegen von erweiterten Hostattributen“, auf Seite 109.

HINWEIS In den meisten Fällen ist eine Änderung auf `Mem.IdleTax` weder notwendig noch angebracht.

Arbeitsspeicherrückgewinnung

ESX/ESXi-Hosts können Arbeitsspeicher aus virtuellen Maschinen zurückgewinnen.

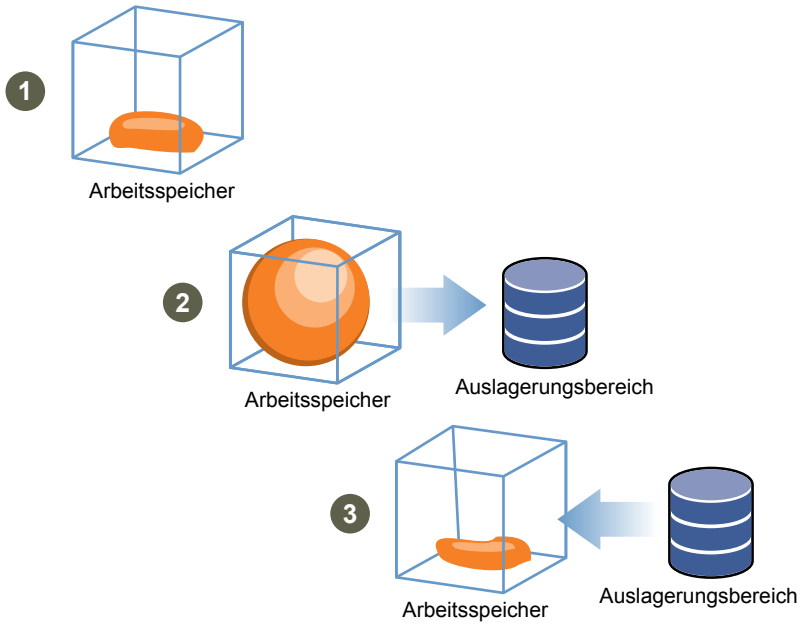
Ein ESX/ESXi-Host weist die durch eine Reservierung festgelegte Arbeitsspeichermenge direkt einer virtuellen Maschine zu. Alles, was über die Reservierung hinausgeht, wird mithilfe der physischen Ressourcen des Hosts zugewiesen, oder – falls keine physischen Ressourcen verfügbar sind – durch Anwendung eines speziellen Verfahrens, wie z. B. des Ballooning- oder Auslagerungsverfahrens. Hosts können zwei verschiedene Verfahren anwenden, um die Größe des zugeteilten Arbeitsspeichers für virtuelle Maschinen dynamisch zu erweitern oder zu reduzieren.

- ESX/ESXi-Systeme verwenden einen Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber (`vmmemctl`), der im Gastbetriebssystem einer virtuellen Maschine geladen ist. **[]** Siehe „Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber“, auf Seite 35.
- ESX/ESXi-Systeme wechseln ohne Einbindung des Gastbetriebssystems von einer virtuellen Maschine zu einer Serverauslagerungsdatei. Jede virtuelle Maschine verfügt über eine eigene Auslagerungsdatei.

Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber

Der Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber (`vmmemctl`) arbeitet mit dem Server zusammen, um Seiten zurückzugewinnen, die vom Gastbetriebssystem als am wenigsten wichtig eingestuft werden. Der Treiber verwendet ein eigenes Balloon-Verfahren für die Vorhersage von Leistung, das dem Verhalten eines ursprünglichen Systems unter vergleichbaren Arbeitsspeichereinschränkungen weitestgehend entspricht. Durch dieses Verfahren wird die Arbeitsspeicherbelastung auf dem Gastbetriebssystem erhöht oder verringert, wodurch der Gast zur Verwendung seiner eigenen, nativen Arbeitsspeicherverwaltungs-Algorithmen veranlasst wird. Wenn der Arbeitsspeicher knapp ist, wird durch das Gastbetriebssystem festgelegt, welche Seiten abgerufen werden sollen, und die Seiten werden ggf. auf der eigenen virtuellen Festplatte ausgelagert. Siehe Abbildung 3-2.

Abbildung 3-2. Arbeitsspeicher-Ballooning im Gastbetriebssystem



Hinweis Dem Gastbetriebssystem muss bei der Konfiguration ausreichender Auslagerungsspeicherplatz zugeteilt werden. Einige Gastbetriebssysteme weisen zusätzliche Einschränkungen auf.

Falls erforderlich, kann der durch `vmmemctl` abgerufene Arbeitsspeicher mithilfe des Parameters **[sched.mem.maxmemctl]** für eine spezifische virtuelle Maschine begrenzt werden. Über diese Option wird die maximale Arbeitsspeichermenge in Megabyte (MB) festgelegt, die von einer virtuellen Maschine abgerufen werden kann. Siehe „Festlegen von erweiterten Attributen von virtuellen Maschinen“, auf Seite 112.

Verwenden von Auslagerungsdateien

Sie können den Speicherort Ihrer Auslagerungsdatei angeben, Auslagerungsspeicherplatz reservieren, wenn der Arbeitsspeicher überbelegt ist, und Auslagerungsdateien löschen.

ESX/ESXi-Hosts verwenden Auslagerungsdateien, um die Rückgewinnung von Arbeitsspeicher von einer virtuellen Maschine zu erzwingen, wenn der `vmmemctl`-Treiber nicht verfügbar ist oder nicht reagiert.

- Der Treiber wurde nie installiert.
- Er wurde explizit deaktiviert.
- Er wird nicht ausgeführt (beispielsweise während des Startvorgangs des Gastbetriebssystems).
- Er ist vorübergehend nicht in der Lage, Arbeitsspeicher schnell genug zurückzugewinnen, um die aktuellen Systemanforderungen zu erfüllen.
- Er funktioniert ordnungsgemäß, aber die maximale Balloon-Größe wurde erreicht.

Durch das standardmäßige Abrufauslagerungsverfahren werden die Seiten wieder eingelagert, sobald die virtuelle Maschine sie benötigt.

Hinweis Zur Optimierung der Leistung verwenden ESX/ESXi-Hosts, sofern möglich, immer die Ballooning-Methode (die durch den `vmmemctl`-Treiber implementiert wird). Auslagerung ist ein zuverlässiger Mechanismus und wird vom Host nur dann als letzte Maßnahme angewandt, wenn dies zum Abrufen von Arbeitsspeicher unumgänglich ist.

Speicherort der Auslagerungsdatei

Die Auslagerungsdatei wird standardmäßig im selben Verzeichnis wie die Konfigurationsdatei der virtuellen Maschine erstellt.

Sobald eine virtuelle Maschine eingeschaltet ist, wird durch den ESX/ESXi-Host eine Auslagerungsdatei erstellt. Wenn diese Datei nicht erstellt werden kann, lässt sich die virtuelle Maschine nicht einschalten. Statt die Standardeinstellung zu übernehmen, haben Sie auch folgende Möglichkeiten:

- Verwenden Sie die Konfigurationsoptionen der einzelnen virtuellen Maschinen, um den Datenspeicher in einen anderen gemeinsam genutzten Speicherort zu ändern.
- Verwenden Sie die lokale Auslagerung auf dem Host, um einen lokal auf dem Host befindlichen Datenspeicher anzugeben. Auf diese Weise können Sie Dateien auf Hostebene auslagern und so Speicherplatz im SAN sparen. Dieses Verfahren kann jedoch zu einem geringen Leistungsabfall bei VMware VMotion führen, da in eine lokale Auslagerungsdatei auf dem Quellhost ausgelagerte Seiten durch das Netzwerk zum Zielhost übertragen werden müssen.

Aktivieren der lokalen Auslagerung auf einem Host für einen DRS-Cluster

Die lokale Auslagerung auf einem Host ermöglicht Ihnen, einen lokal auf dem Host gespeicherten Datenspeicher als Speicherort für die Auslagerungsdatei anzugeben. Sie können die lokale Auslagerung für einen DRS-Cluster aktivieren.

Vorgehensweise

1. Klicken Sie im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients mit der rechten Maustaste auf den Cluster und anschließend auf **[Einstellungen bearbeiten]** .
2. Klicken Sie im linken Fenster des Dialogfelds „Einstellungen“ des Clusters auf **[Speicherort der Auslagerungsdatei]** .
3. Aktivieren Sie die Option **[Speichern Sie die Auslagerungsdatei in dem Datenspeicher, der durch den Host angegeben wird]** , und klicken Sie auf **[OK]** .
4. Wählen Sie im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients einen Host des Clusters, und klicken Sie auf die Registerkarte **[Konfiguration]** .
5. Wählen Sie **[Speicherort der VM-Auslagerungsdatei (Virtual Machine Swapfile Location)]** .
6. Klicken Sie auf die Registerkarte **[Datenspeicher der Auslagerungsdatei]** .
7. Wählen Sie in der angezeigten Liste den zu verwendenden lokalen Datenspeicher aus und klicken Sie auf **[OK]** .
8. Wiederholen Sie Schritt 4 bis Schritt 7 für jeden Host im Cluster.

Die lokale Auslagerung auf einem Host ist jetzt für den DRS-Cluster aktiviert.

Aktivieren der lokalen Auslagerung für einen eigenständigen Host

Die lokale Auslagerung auf einem Host ermöglicht Ihnen, einen lokal auf dem Host gespeicherten Datenspeicher als Speicherort für die Auslagerungsdatei anzugeben. Sie können die lokale Auslagerung für einen eigenständigen Host aktivieren.

Vorgehensweise

1. Wählen Sie im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients den Host, und klicken Sie auf die Registerkarte **[Konfiguration]** .
2. Wählen Sie **[Speicherort der VM-Auslagerungsdatei (Virtual Machine Swapfile Location)]** .
3. Wählen Sie im Dialogfeld „Speicherort der VM-Auslagerungsdatei“ auf der Registerkarte **[Speicherort der Auslagerungsdatei]** die Option **[Die Auslagerungsdatei in dem Datenspeicher speichern, der durch den Host angegeben ist]** aus.

4 Klicken Sie auf die Registerkarte **[Datenspeicher der Auslagerungsdatei]** .

5 Wählen Sie in der angezeigten Liste den zu verwendenden lokalen Datenspeicher aus und klicken Sie auf **[OK]** .

Die lokale Auslagerung ist jetzt für den eigenständigen Host aktiviert.

Auslagerungsbereich und Arbeitsspeicherüberbelegung

Sie müssen für den nicht reservierten Arbeitsspeicher einer virtuellen Maschine (entspricht dem Unterschied zwischen der Reservierung und der konfigurierten Arbeitsspeichergröße) einen Auslagerungsbereich in den Auslagerungsdateien jeder virtuellen Maschine reservieren.

Diese Auslagerungsreservierung ist erforderlich, um sicherzustellen, dass der ESX/ESXi-Host den Arbeitsspeicher der virtuellen Maschine unter allen Umständen beibehalten kann. In der Praxis wird vermutlich nur ein geringer Anteil des Auslagerungsbereichs auf der Hostebene tatsächlich genutzt.

Wenn Sie Arbeitsspeicher mit ESX/ESXi überbelegen, stellen Sie sicher, dass Ihre Gastbetriebssysteme ebenfalls über einen ausreichend großen Auslagerungsbereich verfügen, um die durch das Ballooning hervorgerufene gastinterne Auslagerung zu unterstützen. Dieser Auslagerungsbereich auf der Gastebene muss größer oder gleich dem Unterschied zwischen der konfigurierten Arbeitsspeichergröße und der Reservierung der virtuellen Maschine sein.

Vorsicht Eine Überbelegung des Arbeitsspeichers und eine Konfiguration des Gastbetriebssystems mit einem unzureichenden Auslagerungsbereich kann zum Ausfall des Gastbetriebssystems innerhalb der virtuellen Maschine führen.

Vergrößern Sie den Auslagerungsbereich der virtuellen Maschinen, um deren Ausfall zu verhindern.

- Windows-Gastbetriebssysteme – Bei Windows-Betriebssystemen wird der Auslagerungsbereich als Auslagerungsdateien bezeichnet. Einige Windows-Betriebssysteme versuchen automatisch die Größe der Auslagerungsdateien zu erhöhen, sofern genügend freier Speicherplatz zur Verfügung steht.

  Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation von Microsoft Windows oder in den Windows-Hilfedateien zum Thema „Auslagerungsdateien“. Folgen Sie den Anweisungen, um die Größe der Auslagerungsdatei für den virtuellen Arbeitsspeicher zu ändern.

- Linux-Gastbetriebssystem – Bei Linux-Betriebssystemen wird der Auslagerungsbereich als Auslagerungsdateien bezeichnet. Weitere Informationen zum Vergrößern von Swap-Dateien finden Sie in den folgenden Manpages von Linux:

  - `mkswap` – Richtet einen Linux-Auslagerungsbereich ein.
  - `swapon` – Ermöglicht das Auslagern von Geräten und Dateien.

Gastbetriebssysteme mit einem großen Arbeitsspeicher und kleinen virtuellen Festplatten (beispielsweise eine virtuelle Maschine mit einem Arbeitsspeicher von 8 GB und einer virtuellen Festplattem von 2 GB) verfügen eher über einen zu geringen Auslagerungsbereich.

Löschen von Auslagerungsdateien

Beim Ausfall eines ESX/ESXi-Hosts, auf dem virtuelle Maschinen ausgeführt wurden, die Auslagerungsdateien verwendet haben, bestehen diese Auslagerungsdateien weiterhin und belegen auch nach einem Neustart des ESX/ESXi-Hosts Speicherplatz. Die Auslagerungsdateien können auf der Festplatte mehrere Gigabyte belegen. Stellen Sie daher sicher, dass Sie sie ordnungsgemäß löschen.

Vorgehensweise

1 Starten Sie die virtuelle Maschine neu, die sich auf dem ausgefallenen Host befand.

2 Halten Sie die virtuelle Maschine an.

Die Auslagerungsdatei für die virtuelle Maschine wird gelöscht.

Gemeinsame Arbeitsspeichernutzung durch mehrere virtuelle Maschinen

Viele ESX/ESXi-Arbeitslasten bieten Möglichkeiten für die gemeinsame Nutzung von Arbeitsspeicher durch mehrere virtuelle Maschinen (und ebenso innerhalb einer einzelnen virtuellen Maschine).

So können beispielsweise mehrere virtuelle Maschinen Instanzen desselben Gastbetriebssystems ausführen, gleiche Anwendungen oder Komponenten laden oder gemeinsame Daten enthalten. In einem solchen Fall wendet der ESX/ESXi-Host ein eigenes transparentes Verfahren für die gemeinsame Nutzung von Seiten an, um redundante Kopien von Arbeitsspeicherseiten sicher zu eliminieren. Durch die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung ist der Arbeitsspeicherverbrauch durch die Arbeitslast einer virtuellen Maschine oftmals geringer als bei der Ausführung auf einer physischen Maschine. Folglich kann eine höhere Überbelegung effizient unterstützt werden.

Mithilfe der erweiterten Einstellungen `Mem.ShareScanTime` und `Mem.ShareScanGHz` kann festgelegt werden, wie oft das System den Arbeitsspeicher überprüft, um Gelegenheiten für eine gemeinsame Arbeitsspeichernutzung zu identifizieren.

Die gemeinsame Nutzung kann auch für einzelne virtuelle Maschinen deaktiviert werden, indem die Option `sched.mem.pshare.enable` auf **[FALSE]** gesetzt wird (standardmäßig lautet diese Option **[TRUE]**). Siehe „Festlegen von erweiterten Attributen von virtuellen Maschinen“, auf Seite 112.

In ESX/ESXi wird die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung im Hintergrund ausgeführt, wobei Möglichkeiten für eine zeitweise gemeinsame Arbeitsspeichernutzung ermittelt werden. Die Menge des gesparten Arbeitsspeichers variiert im Laufe der Zeit. Bei einer relativ konstanten Arbeitslast steigt die Menge im Allgemeinen langsam, bis alle Möglichkeiten der gemeinsamen Nutzung ausgeschöpft sind.

Wenn Sie die Wirksamkeit der gemeinsamen Arbeitsspeichernutzung für eine gegebene Arbeitslast bestimmen möchten, führen Sie die Arbeitslast aus und zeigen Sie die tatsächlichen Einsparungen mithilfe des Dienstprogramms `resxtop` oder `esxtop` an. Sie finden diese Informationen auf der Arbeitsspeicherseite im Feld `PSHARE` des interaktiven Modus.

Messen und Unterscheiden von Arbeitsspeichernutzungstypen

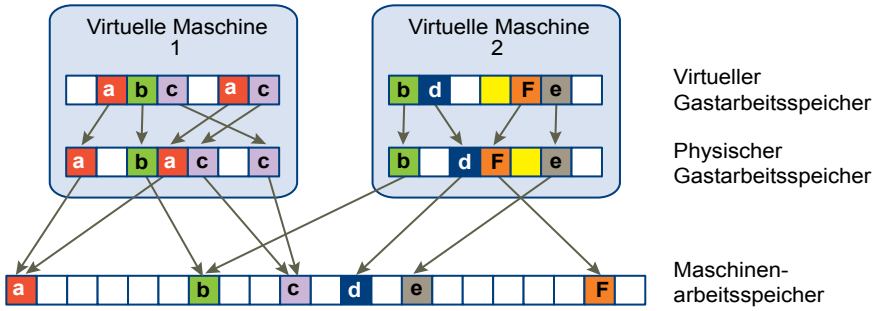
Auf der Registerkarte **[Leistung]** des vSphere-Clients werden verschiedene Metriken angezeigt, die zur Analyse der Arbeitsspeichernutzung verwendet werden können.

Einige dieser Arbeitsspeichermetriken messen den physischen Gastarbeitsspeicher, andere den Maschinenarbeitsspeicher. Beispielsweise sind zwei Typen der Arbeitsspeichernutzung, die Sie mithilfe von Leistungsmetriken untersuchen können, der physische Gastarbeitsspeicher und der Maschinenarbeitsspeicher. Der physische Gastarbeitsspeicher wird mithilfe der Metrik „Zugeteilter Arbeitsspeicher“ (für eine virtuelle Maschine) bzw. „Gemeinsamer Arbeitsspeicher“ (für einen ESX/ESXi-Host) gemessen. Verwenden Sie zum Messen des Maschinenarbeitsspeichers jedoch die Metrik „Belegter Arbeitsspeicher“ (für eine virtuelle Maschine) bzw. „Gemeinsamer Arbeitsspeicher – allgemein“ (für einen ESX/ESXi-Host). Um zu verstehen, was diese Metriken messen und wie sie interpretiert werden, ist es wichtig, den konzeptuellen Unterschied zwischen diesen Typen der Arbeitsspeichernutzung zu kennen.

Der VMkernel ordnet den physischen Gastarbeitsspeicher dem Maschinenarbeitsspeicher zu, die Zuordnung erfolgt jedoch nicht immer eins zu eins. Möglicherweise werden mehrere Bereiche des physischen Gastarbeitsspeichers demselben Bereich des Maschinenarbeitsspeichers zugeordnet (im Fall der gemeinsamen Arbeitsspeichernutzung) oder bestimmte Bereiche des physischen Gastarbeitsspeichers werden dem Maschinenarbeitsspeicher nicht zugeordnet (wenn der VMkernel eine Auslagerung oder ein Ballooning des physischen Gastarbeitsspeichers durchführt). In diesen Situationen unterscheiden sich die Berechnungen der Nutzung des physischen Gastarbeitsspeichers und der Nutzung des Maschinenarbeitsspeichers für eine einzelne virtuelle Maschine oder einen ESX/ESXi-Host.

Sehen Sie sich das Beispiel in der folgenden Abbildung an. Zwei virtuelle Maschinen werden auf einem ESX/ESXi-Host ausgeführt. Jeder Block steht für 4 KB an Arbeitsspeicher und jede Farbe bzw. jeder Buchstabe für einen anderen Datensatz auf einem Block.

Abbildung 3-3. Beispiel für die Arbeitsspeichernutzung



Die Leistungsmetriken für die virtuellen Maschinen können wie folgt ermittelt werden:

- Um den zugeteilten Arbeitsspeicher (die Menge an physischem Gastarbeitsspeicher, die dem Maschinenarbeitsspeicher zugeordnet ist) für die virtuelle Maschine 1 zu ermitteln, zählen Sie die Blöcke im physischen Gastarbeitsspeicher der virtuellen Maschine 1, von denen Pfeile zum Maschinenarbeitsspeicher ausgehen, und multiplizieren Sie diesen Wert mit 4 KB. Da fünf Blöcke mit Pfeilen vorhanden sind, würde der Wert für die Metrik „Zugeteilter Arbeitsspeicher“ 20 KB betragen.
- Der belegte Arbeitsspeicher ist die Menge an Maschinenarbeitsspeicher, die der virtuellen Maschine zugeteilt ist, wobei Einsparungen durch die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung berücksichtigt werden. Zählen Sie zuerst die Blöcke im Maschinenarbeitsspeicher, zu denen Pfeile vom physischen Gastarbeitsspeicher der virtuellen Maschine 1 vorhanden sind. Es gibt drei Blöcke, auf die dies zutrifft, von denen einer jedoch gemeinsam mit der virtuellen Maschine 2 genutzt wird. Zählen Sie also zwei ganze Blöcke und die Hälfte des dritten und multiplizieren Sie dies mit 4 KB, woraus sich ein Gesamtwert von 10 KB für die Metrik „Belegter Arbeitsspeicher“ ergibt.

Der wichtige Unterschied zwischen diesen beiden Metriken besteht darin, dass für den zugeteilten Arbeitsspeicher die Anzahl an Blöcken mit Pfeilen auf der Ebene des physischen Gastarbeitsspeichers und für den belegten Arbeitsspeicher die Anzahl an Blöcken mit Pfeilen auf der Ebene des Maschinenarbeitsspeichers gezählt werden. Die Anzahl an Blöcken ist auf den beiden Ebenen aufgrund der gemeinsamen Arbeitsspeichernutzung verschieden, daher weichen die Werte für „Zugeteilter Arbeitsspeicher“ und „Belegter Arbeitsspeicher“ voneinander ab. Dies stellt kein Problem dar und es zeigt, dass durch die gemeinsame Nutzung oder andere Rückgewinnungsmethoden Arbeitsspeicher eingespart wird.

Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangt man beim Ermitteln der Werte für die Metriken „Gemeinsamer Arbeitsspeicher“ und „Gemeinsamer Arbeitsspeicher – allgemein“ für den ESX/ESXi-Host.

- Der Wert für „Gemeinsamer Arbeitsspeicher“ für den Host ist die Summe der Werte für „Gemeinsamer Arbeitsspeicher“ der einzelnen virtuellen Maschinen. Berechnen Sie den Wert für den Host, indem Sie den physischen Gastarbeitsspeicher der einzelnen virtuellen Maschinen betrachten und die Anzahl an Blöcken zählen, von denen Pfeile zu Maschinenarbeitsspeicherblöcken ausgehen, auf die wiederum mehrere Pfeile weisen. In dem Beispiel gibt es sechs Blöcke, auf die dies zutrifft, also beträgt der Wert für „Gemeinsamer Arbeitsspeicher“ für den Host 24 KB.
- Der Wert für die Metrik „Gemeinsamer Arbeitsspeicher – allgemein“ ist die Menge an Maschinenarbeitsspeicher, die von virtuellen Maschinen gemeinsam genutzt wird. Um diesen Wert zu ermitteln, betrachten Sie den Maschinenarbeitsspeicher und zählen Sie die Anzahl an Blöcken, auf die mehrere Pfeile weisen. Es sind drei Blöcke vorhanden, auf die dies zutrifft, daher beträgt der Wert für „Gemeinsamer Arbeitsspeicher – allgemein“ 12 KB.

Bei der Metrik „Gemeinsamer Arbeitsspeicher“ geht es um den physischen Gastarbeitsspeicher und den Ausgangspunkt der Pfeile. Bei „Gemeinsamer Arbeitsspeicher – allgemein“ werden jedoch der Maschinenarbeitsspeicher und das Ziel der Pfeile betrachtet.

Die Arbeitsspeichermetriken, die den physischen Gastarbeitsspeicher und den Maschinenarbeitsspeicher messen, mögen widersprüchlich erscheinen. Tatsächlich messen sie unterschiedliche Aspekte der Arbeitsspeichernutzung einer virtuellen Maschine. Wenn Sie die Unterschiede zwischen diesen Metriken verstehen, können Sie sie besser zur Diagnose von Leistungsproblemen einsetzen.

Verwalten von Ressourcenpools

4

Ein Ressourcenpool ist eine logische Abstraktion für eine flexible Verwaltung von Ressourcen. Ressourcenpools können in Hierarchien angeordnet und zur hierarchischen Partitionierung verfügbarer CPU- und Arbeitsspeicherressourcen verwendet werden.

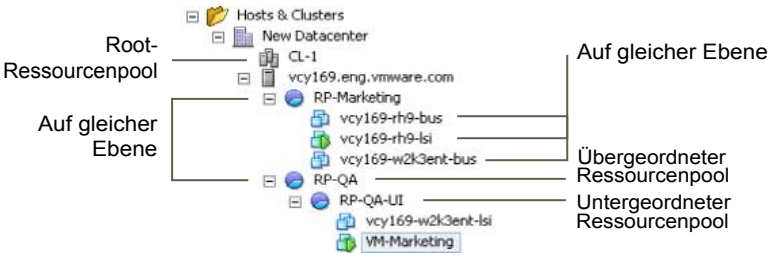
Jeder eigenständige Host und jeder DRS-Cluster verfügt über einen (nicht sichtbaren) Root-Ressourcenpool, der die Ressourcen des Hosts oder Clusters gruppiert. Der Root-Ressourcenpool wird deshalb nicht angezeigt, weil er stets mit den Ressourcen des Hosts (oder Clusters) identisch ist.

Der Benutzer hat die Möglichkeit, auf Basis des Root-Ressourcenpools oder anderer, durch Benutzer erstellter, untergeordneter Ressourcenpools weitere untergeordnete Ressourcenpools zu erstellen. Jeder untergeordnete Ressourcenpool besitzt einen gewissen Anteil der übergeordneten Ressourcen und kann seinerseits selbst über eine Hierarchie untergeordneter Ressourcenpools verfügen, um immer kleinere Einheiten der Rechenfähigkeit abzubilden.

In einem Ressourcenpool können untergeordnete Ressourcenpools, virtuelle Maschinen oder beides enthalten sein. So entsteht eine hierarchische Ordnung gemeinsam genutzter Ressourcen. Die Ressourcenpools einer höheren Ebene werden als übergeordnete Ressourcenpools bezeichnet. Ressourcenpools und virtuelle Maschinen derselben Ebene werden als hierarchisch gleichwertig bezeichnet. Der Cluster selbst stellt den Root-Ressourcenpool dar. Falls Sie keine untergeordneten Ressourcenpools erstellen, gibt es lediglich die Root-Ressourcenpools.

In Abbildung 4-1 ist RP-QA der übergeordnete Ressourcenpool für RP-QA-UI. RP-Marketing und RP-QA sind hierarchisch gleichwertige Ressourcenpools. Die drei virtuellen Maschinen direkt unter RP-Marketing sind ebenfalls hierarchisch gleichwertig.

Abbildung 4-1. Übergeordnete, untergeordnete und hierarchisch gleichwertige Ressourcenpools in der Ressourcenpoolhierarchie



Für jeden Ressourcenpool können Werte für Reservierung, Grenze und Anteile festgelegt und bestimmt werden, ob die Reservierung erweiterbar sein soll. Die Ressourcen des Ressourcenpools sind anschließend für untergeordnete Ressourcenpools und virtuelle Maschinen verfügbar.

Dieses Kapitel behandelt die folgenden Themen:

- „Gründe für die Verwendung von Ressourcenpools“, auf Seite 42
- „Erstellen von Ressourcenpools“, auf Seite 43
- „Hinzufügen virtueller Maschinen zu einem Ressourcenpool“, auf Seite 45
- „Entfernen virtueller Maschinen aus einem Ressourcenpool“, auf Seite 46
- „Ressourcenpool-Zugangssteuerung“, auf Seite 46

Gründe für die Verwendung von Ressourcenpools

Ressourcenpools ermöglichen das Delegieren der Kontrolle über Ressourcen eines Hosts (oder Clusters). Die Vorteile von Ressourcenpools werden jedoch besonders deutlich, wenn Sie Ressourcenpools zum Aufteilen aller Ressourcen in einem Cluster verwenden. Sie können mehrere Ressourcenpools als direkte untergeordnete Objekte eines Hosts oder Clusters erstellen und entsprechend konfigurieren. Anschließend können Sie deren Steuerung an andere Personen oder Organisationen delegieren.

Die Verwendung von Ressourcenpools kann die folgenden Vorteile bieten.

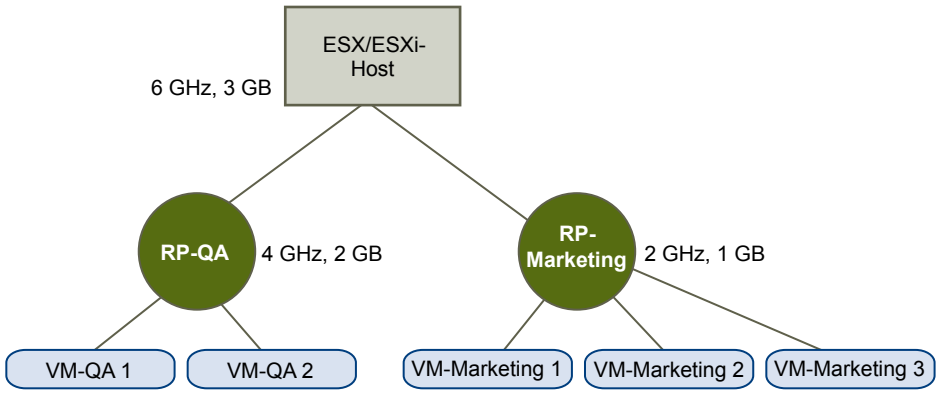
- Flexible hierarchische Organisation – Sie können Ressourcenpools je nach Bedarf hinzufügen, entfernen oder neu anordnen bzw. Ressourcenzuteilungen ändern.
- Isolierung zwischen den Pools, gemeinsame Verwendung innerhalb der Pools – Administratoren der obersten Ebene können einem Administrator auf Abteilungsebene einen Ressourcenpool zur Verfügung stellen. Zuweisungsänderungen innerhalb eines abteilungsbezogenen Ressourcenpools wirken sich nicht unerlaubterweise auf andere unabhängige Ressourcenpools aus.
- Zugangssteuerung und Delegation – Wenn ein Administrator der obersten Ebene einem Administrator auf Abteilungsebene einen Ressourcenpool zur Verfügung stellt, kann dieser sämtliche Erstellungs- und Verwaltungsvorgänge für virtuelle Maschinen durchführen, solange er sich hierbei in dem Ressourcenrahmen bewegt, zu dem der Ressourcenpool aufgrund der aktuellen festgelegten Anteile, Reservierung und Grenzwerte berechtigt ist. Die Delegierung erfolgt in der Regel in Verbindung mit Berechtigungseinstellungen.
- Trennung zwischen Ressourcen und Hardware – Wenn Sie für DRS aktivierte Cluster verwenden, werden die Ressourcen aller Hosts stets dem Cluster zugewiesen. Dies bedeutet, dass Administratoren die Ressourcenverwaltung unabhängig von den Hosts durchführen können, die tatsächlich zu den Ressourcen beitragen. Wenn Sie drei Hosts mit je 2 GB durch zwei Hosts mit je 3 GB ersetzen, müssen Sie keine Änderungen an der Ressourcenzuteilung vornehmen.

  Durch diese Trennung können sich Administratoren Computing-Kapazitäten zusammenfassen und müssen sich weniger mit einzelnen Hosts befassen.
- Verwaltung von virtuellen Maschinensätzen, die einen Multi-Tier-Dienst ausführen – Fassen Sie virtuelle Maschinen für einen Multi-Tier-Dienst in einem Ressourcenpool zusammen. Sie müssen die Ressourcen nicht auf jeder virtuellen Maschine einzeln einrichten. Stattdessen können Sie die Zuteilung der gemeinsamen Ressourcen zu den virtuellen Maschinen steuern, indem Sie die Einstellungen des Ressourcenpools ändern, dem diese virtuellen Maschinen zugewiesen sind.

Angenommen, ein Host verfügt über eine bestimmte Anzahl virtueller Maschinen. Drei der virtuellen Maschinen werden von der Marketingabteilung und zwei von der Abteilung für Qualitätssicherung verwendet. Da in der Qualitätssicherung größere CPU- und Arbeitsspeichermengen benötigt werden, erstellt der Administrator für jede Gruppe einen Ressourcenpool. und setzt beim Pool der Qualitätssicherung den Wert **[CPU-Anteile]** auf **[Hoch]** und beim Pool der Marketingabteilung auf **[Normal]** , damit die Benutzer der Abteilung Qualitätssicherung automatisierte Tests durchführen können. Der zweite Ressourcenpool mit den geringeren CPU- und Arbeitsspeicherressourcen ist für die geringere Arbeitslast der Marketingmitarbeiter dennoch ausreichend. Immer wenn die Qualitätssicherungsabteilung ihre Zuteilung nicht vollständig nutzt, können die verfügbaren Ressourcen von der Marketingabteilung verwendet werden.

Dieses Szenario ist in Abbildung 4-2 dargestellt. Die Zahlen stellen die gültigen Ressourcenpoolzuweisungen dar.

Abbildung 4-2. Zuteilen von Ressourcen zu Ressourcenpools



Erstellen von Ressourcenpools

Sie können für jeden beliebigen ESX/ESXi-Host, Ressourcenpool oder DRS-Cluster einen untergeordneten Ressourcenpool erstellen.

Hinweis Wenn ein Host zu einem Cluster hinzugefügt wurde, ist es nicht möglich, untergeordnete Ressourcenpools dieses Hosts zu erstellen. Falls der Cluster für DRS aktiviert ist, können für den Cluster untergeordnete Ressourcenpools erstellt werden.

Im Rahmen der Erstellung eines untergeordneten Ressourcenpools werden Sie aufgefordert, Attributinformationen für den Ressourcenpool einzugeben. Das System verwendet eine Zugangssteuerung, um sicherzustellen, dass nicht verfügbare Ressourcen auch nicht zugeteilt werden.

Vorgehensweise

1. Wählen Sie das vorgesehene übergeordnete Objekt aus und wählen Sie dann die Option **[Datei] > [Neu] > [Ressourcenpool]** (oder klicken Sie im Befehlsfenster der Registerkarte **[Übersicht]** auf **[Neuer Ressourcenpool]**).
2. Geben Sie im Dialogfeld „Ressourcenpool erstellen“ die erforderlichen Informationen für Ihren Ressourcenpool ein.
3. Wenn Sie die gewünschten Einstellungen ausgewählt haben, klicken Sie auf **[OK]** .

   vCenter Server erstellt den Ressourcenpool und zeigt ihn im Bestandslistenfenster an. Wenn ein ausgewählter Wert aufgrund von Einschränkungen für die insgesamt verfügbare CPU- und Arbeitsspeichermenge nicht zulässig ist, wird ein gelbes Dreieck angezeigt.

Nachdem ein Ressourcenpool erstellt wurde, können Sie virtuelle Maschinen zu ihm hinzufügen. Die Anteile einer virtuellen Maschine sind relativ zu anderen virtuellen Maschinen (oder Ressourcenpools) mit demselben übergeordneten Ressourcenpool.

Ressourcenpoolattribute

Sie können Einstellungen für die Ressourcenzuteilung zum Verwalten eines Ressourcenpools verwenden.

Tabelle 4-1 enthält eine Zusammenfassung der Attribute, die Sie für einen Ressourcenpool festlegen können.

Tabelle 4-1. Ressourcenpoolattribute

Feld	Beschreibung
Name	Name des neuen Ressourcenpools.
Anteile	Anzahl der CPU- oder Arbeitsspeicheranteile des Ressourcenpools unter Berücksichtigung der Gesamtanteile des übergeordneten Ressourcenpools. Hierarchisch gleichwertige Ressourcenpools teilen sich Ressourcen auf der Basis ihrer relativen Anteilswerte, die an die Reservierung und die Grenzwerte geknüpft sind. Sie können die Option **[Niedrig]** , **[Normal]** oder **[Hoch]** bzw. **[Benutzerdefiniert]** auswählen, um eine Zahl anzugeben, die einen Anteilswert zuweist.
Reservierung	Die garantierte CPU- oder Arbeitsspeicherreservierung für diesen Ressourcenpool. Eine Reservierung ungleich Null wird von den nicht reservierten Ressourcen des übergeordneten Hosts oder Ressourcenpools subtrahiert. Die Ressourcen werden als reserviert betrachtet, auch wenn keine virtuellen Maschinen mit dem Ressourcenpool verknüpft sein sollten. Die Standardeinstellung lautet 0.
Erweiterungsfähige Reservierung	Zeigt an, ob während der Zugangssteuerung erweiterbare Reservierungen berücksichtigt werden. Wenn Sie eine virtuelle Maschine in diesem Ressourcenpool einschalten, und die Reservierungen der zusammengefassten virtuellen Maschinen die reservierte Menge des Ressourcenpools übersteigen, kann der Ressourcenpool auf Ressourcen von direkt oder höher übergeordneten Ressourcenpools zurückgreifen, solange das entsprechende Kontrollkästchen aktiviert ist (Standardeinstellung).
Grenzwert	Obergrenze der CPU- oder Arbeitsspeicheranteile, die der Host diesem Ressourcenpool zur Verfügung stellt. Die Standardeinstellung ist **[Unbegrenzt (Unlimited)]** . Deaktivieren Sie das Kontrollkästchen **[Unbegrenzt]** , um einen Grenzwert festzulegen.

Beispiel für die Ressourcenpoolerstellung

In diesem Beispiel wird gezeigt, wie Sie einen Ressourcenpool mit dem ESX/ESXi-Host als übergeordnete Ressource erstellen können.

Angenommen, Sie haben einen ESX/ESXi-Host, der 6 GHz an CPU und 3 GB an Arbeitsspeicher liefert und von Ihrer Marketing- und Ihrer QA-Abteilung gemeinsam verwendet werden muss. Sie möchten die Ressourcen außerdem ungleichmäßig verteilen und der einen Abteilung (QA) eine höhere Priorität einräumen. Dies lässt sich erreichen, indem man einen Ressourcenpool für jede Abteilung erstellt und das Attribut **[Anteile]** verwendet, um die Ressourcenzuteilung zu priorisieren.

In dem Beispielvorgang wird gezeigt, wie Sie einen Ressourcenpool mit dem ESX/ESXi-Host als übergeordnete Ressource erstellen.

Vorgehensweise

1 Geben Sie im Dialogfeld „Ressourcenpool erstellen“ einen Namen für den Ressourcenpool der QA-Abteilung ein (z. B. „RP-QA“).

2 Legen Sie für die **[Anteile (Shares)]** die Option **[Hoch (High)]** fest, und zwar sowohl für die CPU- als auch die Arbeitsspeicherressourcen von RP-QS.

3 Erstellen Sie einen zweiten Ressourcenpool namens „RP-Marketing“.

Übernehmen Sie die Anteilseinstellung **[Normal]** für CPU- und Arbeitsspeicherressourcen.

4 Klicken Sie zum Beenden auf **[OK]** .

Wenn Ressourcenkonflikte auftreten, erhält „RP-QA“ 4 GHz an Taktfrequenz und 2 GB an Arbeitsspeicher und „RP-Marketing“ 2 GHz und 1 GB. Anderenfalls können sie mehr als diesen Anteil erhalten. Diese Ressourcen sind anschließend für die virtuellen Maschinen im jeweiligen Ressourcenpool verfügbar.

Ändern von Ressourcenpoolattributen

Nach dem Erstellen eines Ressourcenpools können Sie dessen Attribute ändern.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients den Ressourcenpool.

2 Wählen Sie im Befehlsfenster auf der Registerkarte **[Übersicht]** die Option **[Einstellungen bearbeiten]** .

3 Im Dialogfeld **[Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)]** können Sie sämtliche Attribute des ausgewählten Ressourcenpools ändern.

Hinzufügen virtueller Maschinen zu einem Ressourcenpool

Wenn Sie eine virtuelle Maschine erstellen, können Sie mithilfe des Assistenten zum Erstellen neuer virtuellen Maschinen im Rahmen des Erstellungsprozesses einen Speicherort für den Ressourcenpool angeben. Darüber hinaus können Sie eine vorhandene virtuelle Maschine zu einem Ressourcenpool hinzufügen.

Folgendes geschieht, wenn Sie eine virtuelle Maschine in einen neuen Ressourcenpool verschieben:

- Reservierung und Grenzwert der virtuellen Maschine ändern sich nicht.
- Wenn die Anteile der virtuellen Maschine hoch, mittel oder gering sind, gibt % Anteile (%Shares) die Gesamtzahl der im neuen Ressourcenpool genutzten Anteile wieder.
- Wurden der virtuellen Maschine benutzerdefinierte Anteile zugewiesen, bleibt der Anteilswert unverändert.

  HINWEIS Da sich Anteilszuordnungen stets auf einen Ressourcenpool beziehen, müssen Sie die Anteile einer virtuellen Maschine möglicherweise beim Verschieben in einen Ressourcenpool manuell ändern, damit diese mit den relativen Werten im neuen Ressourcenpool konsistent sind. Es wird eine Meldung angezeigt, falls eine virtuelle Maschine einen sehr hohen (oder sehr geringen) Prozentsatz der gesamten Anteile erhalten würde.

- Die in der Registerkarte Ressourcenzuteilung angezeigten Informationen zu reservierten und nicht reservierten CPU- und Arbeitsspeicherressourcen des Ressourcenpools ändern sich, um (ggf.) die mit der virtuellen Maschine verknüpften Reservierungen wiederzugeben.

  HINWEIS Falls die virtuelle Maschine ausgeschaltet oder angehalten wurde, kann sie zwar verschoben werden, die insgesamt verfügbaren Ressourcen (wie reservierte und nicht reservierte CPU- und Arbeitsspeicheranteile) des Ressourcenpools werden dadurch jedoch nicht beeinträchtigt.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie die bereits vorhandene virtuelle Maschine an einem beliebigen Ort in der Bestandsliste aus.

  Die virtuelle Maschine kann mit einem eigenständigen Host, einem Cluster, oder einem anderen Ressourcenpool verknüpft sein.

2 Ziehen Sie die virtuelle(n) Maschine(n) in das gewünschte Ressourcenpoolobjekt.

Wenn eine virtuelle Maschine eingeschaltet ist und der Zielressourcenpool nicht über ausreichende CPU- oder Arbeitsspeicheranteile verfügt, um die Reservierung der virtuellen Maschine zu garantieren, wird die Verschiebung durch die Zugangssteuerung unterbunden. In einem Fehlerdialogfeld wird die Situation erläutert. Im Fehlerdialogfeld werden die verfügbaren und angeforderten Ressourcen miteinander verglichen, sodass Sie abwägen können, ob das Problem durch eine entsprechende Anpassung behoben werden könnte.

Entfernen virtueller Maschinen aus einem Ressourcenpool

Sie können eine virtuelle Maschine aus einem Ressourcenpool entfernen, indem Sie die virtuelle Maschine entweder in einen anderen Ressourcenpool verschieben oder löschen.

Verschieben einer virtuellen Maschine in einen anderen Ressourcenpool

Sie können die virtuelle Maschine in einen anderen Ressourcenpool ziehen. Die virtuelle Maschine muss nicht ausgeschaltet werden, wenn Sie sie lediglich verschieben möchten.

Wenn Sie eine virtuelle Maschine aus einem Ressourcenpool entfernen, sinkt die Gesamtzahl der mit dem Ressourcenpool verknüpften Anteile, sodass jeder verbleibende Anteil nun mehr Ressourcen darstellt. Angenommen, Sie verfügen über einen Pool mit einer Berechtigung von 6 GHz, in dem drei virtuelle Maschinen enthalten sind, für deren Anteile die Einstellung auf **[Normal]** gesetzt wurde. Nehmen wir weiter an, die virtuellen Maschinen sind CPU-gebunden und verfügen über eine gleiche Zuteilung von je 2 GHz. Falls nun eine der drei Maschinen in einen anderen Ressourcenpool verschoben wird, erhalten die beiden verbleibenden virtuellen Maschinen eine gleiche Zuteilung von je 3 GHz.

Entfernen einer virtuellen Maschine aus der Bestandsliste oder Löschen von der Festplatte

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die virtuelle Maschine und klicken Sie auf **[Aus Bestandsliste entfernen]** oder **[Von Festplatte löschen]** .

Die virtuelle Maschine muss ausgeschaltet sein, damit sie vollständig entfernt werden kann.

Ressourcenpool-Zugangssteuerung

Wenn Sie eine virtuelle Maschine in einem Ressourcenpool einschalten oder versuchen, einen untergeordneten Ressourcenpool zu erstellen, führt das System eine zusätzliche Zugangssteuerung durch, um sicherzustellen, dass die für den Ressourcenpool geltenden Einschränkungen nicht verletzt werden.

Prüfen Sie vor dem Einschalten einer virtuellen Maschine oder dem Erstellen eines Ressourcenpools anhand der Felder **[Nicht reservierte CPU]** und **[Nicht reservierter Arbeitsspeicher]** auf der Registerkarte **[Ressourcenzuteilung]** des Ressourcenpools, ob eine ausreichende Menge an Ressourcen zur Verfügung steht.

Wie die **[nicht reservierten]** CPU- und Arbeitsspeicheranteile berechnet werden und ob Aktionen ausgeführt werden, hängt vom **[Typ der Reservierung]** ab.

Tabelle 4-2. Reservierungstypen

Typ der Reservierung	Beschreibung
[Fest]	Das System prüft, ob der ausgewählte Ressourcenpool über eine ausreichende Menge an nicht reservierten Ressourcen verfügt. Ist dies der Fall, kann die Aktion durchgeführt werden. Ist dies nicht der Fall, wird eine Meldung angezeigt und die Aktion kann nicht durchgeführt werden.
[Erweiterbar] (Standard)	Das System betrachtet die Ressourcen als im ausgewählten Ressourcenpool und dem ihm unmittelbar übergeordneten Ressourcenpool verfügbar. Ist für den übergeordneten Ressourcenpool ebenfalls die Option **[Erweiterbare Reservierung (Expandable Reservation)]** aktiviert, kann dieser Ressourcen aus dem übergeordneten Ressourcenpool leihen. Das Leihen von Ressourcen geschieht rekursiv von den höher übergeordneten Ressourcenpools des aktuellen Ressourcenpools, wenn die Option **[Erweiterbare Reservierung (Expandable Reservation)]** aktiviert ist. Eine dauerhafte Aktivierung dieser Option bietet zwar eine höhere Flexibilität, jedoch auch weniger Schutz. Der Besitzer eines untergeordneten Ressourcenpools reserviert möglicherweise mehr Ressourcen, als Sie vorsehen.

Das System unterbindet die Verletzung der vorkonfigurierten Einstellungen **[Reservierung (Reservation)]** bzw. **[Grenzwert (Limit)]** . Bei jeder Neukonfiguration eines Ressourcenpools bzw. bei jedem Einschalten einer virtuellen Maschine validiert das System sämtliche Parameter, damit allen Service-Level-Garantien zu jeder Zeit entsprochen werden kann.

Erweiterbare Reservierung, Beispiel 1

In diesem Beispiel wird dargestellt, wie ein Ressourcenpool mit erweiterbaren Reservierungen funktioniert.

Angenommen, ein Administrator verwaltet den Pool P und definiert zwei untergeordnete Ressourcenpools, S1 und S2, für zwei unterschiedliche Benutzer (oder Gruppen).

Dem Administrator ist zwar bekannt, dass die Benutzer virtuelle Maschinen mit gewissen Reservierungen einschalten möchten, er weiß jedoch nicht, wie viele Ressourcen die beiden Benutzer jeweils reservieren müssen. Wenn die Reservierungen für S1 und S2 als erweiterbar festlegt sind, verfügt der Administrator über mehr Flexibilität, was das Teilen und Übernehmen der gemeinsamen Reservierung für Pool P betrifft.

Ohne erweiterbare Reservierungen müsste der Administrator S1 und S2 eine bestimmte Menge explizit zuteilen. Solch spezifische Zuteilungen können sich, insbesondere in Ressourcenpoolhierarchien mit vielen Ebenen, als unflexibel erweisen und das Festlegen von Reservierungen in der Ressourcenpoolhierarchie komplizieren.

Erweiterbare Reservierungen führen zu einem Verlust der strengen Isolierung. S1 könnte die gesamte Reservierung für P für sich nutzen, sodass für S2 keine Arbeitsspeicher- oder CPU-Anteile direkt verfügbar wären.

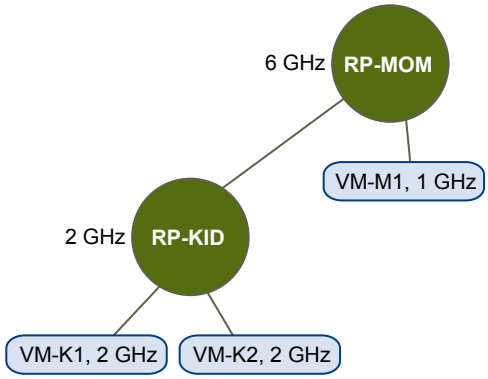
Erweiterbare Reservierung, Beispiel 2

In diesem Beispiel wird dargestellt, wie ein Ressourcenpool mit erweiterbaren Reservierungen funktioniert.

Folgendes Szenario wird vorausgesetzt (das unter Abbildung 4-3 dargestellt wird).

- Der übergeordnete Pool RP-MAMA verfügt über eine Reservierung von of 6 GHz und eine ausgeführte virtuelle Maschine VM-M1 mit einer Reservierung von 1 GHz.
- Sie erstellen einen untergeordneten Ressourcenpool RP-KIND mit einer Reservierung von 2 GHz und der festgelegten Option **[Erweiterbare Reservierung (Expandable Reservation)]** .
- Sie fügen zwei virtuelle Maschinen, nämlich VM-K1 und VM-K2, mit einer Reservierung von je 2 GHz zum untergeordneten Ressourcenpool hinzu und versuchen, sie einzuschalten.
- VM-K1 kann direkt von RP-KIND (mit 2 GHz) Ressourcen reservieren.
- Für VM-K2 sind lokal keine Ressourcen verfügbar, weshalb diese virtuelle Maschine Ressourcen des übergeordneten Ressourcenpools RP-MAMA entleiht. RP-MAMA verfügt über 6 GHz minus 1 GHz (reserviert durch die virtuelle Maschine), minus 2 GHz (reserviert durch RP-KIND), sodass nicht reservierte Ressourcen von 3 GHz übrig bleiben. Mit den verfügbaren 3 GHz kann die virtuelle 2 GHz-Maschine eingeschaltet werden.

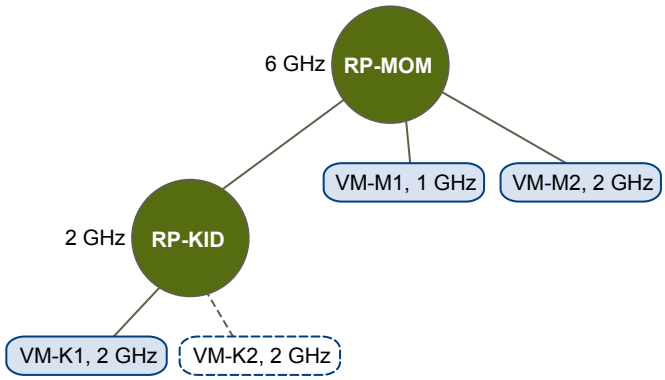
Abbildung 4-3. Zugangssteuerung bei erweiterbaren Ressourcenpools: Einschalten erfolgreich



Betrachten wir nun ein anderes Szenario mit VM-M1 und VM-M2 (gezeigt in Abbildung 4-4):

- Sie schalten in RP-MAMA zwei virtuelle Maschinen mit einer Gesamtreservierung von 3 GHz ein.
- Sie können auch VM-K1 in RP-KIND einschalten, da lokal 2 GHz verfügbar sind.
- Wenn Sie versuchen, VM-K2 einzuschalten, weist RP-KIND keine nicht reservierte CPU-Kapazität auf und muss den übergeordneten Ressourcenpool prüfen. RP-MAMA weist lediglich 1 GHz nicht reservierte Kapazität auf (5 GHz von RP-MAMA sind bereits in Verwendung: 3 GHz werden durch die lokalen virtuellen Maschinen reserviert, 2 GHz werden von RP-KIND reserviert). Als Ergebnis kann VM-K2 nicht eingeschaltet werden, da eine Reservierung von 2 GHz nicht möglich ist.

Abbildung 4-4. Zugangssteuerung bei erweiterbaren Ressourcenpools: Einschalten verhindert



Erstellen eines DRS-Clusters 5

Ein DRS-Cluster ist eine Sammlung von ESX/ESXi-Hosts und verknüpften virtuellen Maschinen mit gemeinsam genutzten Ressourcen und einer gemeinsamen Verwaltungsoberfläche. Sie müssen einen DRS-Cluster erstellen, um die Vorteile der Ressourcenverwaltung auf Clusterebene ausnutzen zu können.

Wenn Sie einen Host zu einem DRS-Cluster hinzufügen, werden die Ressourcen des Hosts zu den Ressourcen des Clusters hinzugefügt. Zusätzlich zu dieser Ressourcenansammlung können Sie mithilfe eines DRS-Clusters clusterweite Ressourcenpools unterstützen und Ressourcenzuteilungsrichtlinien auf Clusterebene festlegen. Die folgenden Ressourcenverwaltungsfunktionen auf Clusterebene sind ebenfalls verfügbar.

- Lastenausgleich – Die Verteilung und Verwendung von CPU- und Arbeitsspeicherressourcen für alle Hosts und virtuelle Maschinen im Cluster werden kontinuierlich überwacht. DRS vergleicht diese Metriken mit einer idealen Ressourcennutzung, die sich aus den Attributen der Ressourcenpools und der virtuellen Maschinen des Clusters, des aktuellen Bedarfs sowie aus Ziel des Ungleichgewichts ergibt. DRS migriert daraufhin die virtuellen Maschinen entsprechend (oder schlägt ihre Migration vor). Siehe „Migrieren von virtuellen Maschinen“, auf Seite 51. Wird eine virtuelle Maschine erstmalig im Cluster eingeschaltet, versucht DRS, einen ordnungsgemäßen Lastenausgleich aufrechtzuerhalten, indem er entweder eine geeignete Platzierung der virtuellen Maschine vornimmt oder eine entsprechende Empfehlung ausgibt. Siehe „Zugangssteuerung und anfängliche Platzierung“, auf Seite 50.
- Energieverwaltung – Wenn die DPM-Funktion (Distributed Power Management) von VMware aktiviert ist, vergleicht DRS die Kapazitäten auf Cluster- und Hostebene mit dem Bedarf der virtuellen Maschinen im Cluster. Hierbei wird ebenfalls der Bedarfsverlauf über die Zeit berücksichtigt. Es versetzt einen Host in den Standby-Modus (oder empfiehlt es), wenn eine ausreichende Überkapazität ermittelt wird. Ebenso kann das Einschalten von Hosts empfohlen werden, wenn mehr Kapazität benötigt wird. Je nach Empfehlungen für den Hostenergiestatus müssen virtuelle Maschinen möglicherweise auf einen Host migriert oder von diesem verschoben werden. Siehe „Verwalten von Energieressourcen“, auf Seite 70.
- DRS-Regeln – Sie können durch das Zuweisen von DRS-Regeln (Affinitäts- oder Anti-Affinitätsregeln) die Platzierung von virtuellen Maschinen auf Hosts innerhalb eines Clusters steuern. Siehe „Arbeiten mit DRS-Affinitätsregeln“, auf Seite 59.

Dieses Kapitel behandelt die folgenden Themen:

- „Zugangssteuerung und anfängliche Platzierung“, auf Seite 50
- „Migrieren von virtuellen Maschinen“, auf Seite 51
- „DRS-Clustervoraussetzungen“, auf Seite 53
- „Erstellen eines DRS-Clusters“, auf Seite 55
- „Festlegen einer benutzerdefinierten Automatisierungsebene für eine virtuelle Maschine“, auf Seite 56
- „Deaktivieren von DRS“, auf Seite 57

Zugangssteuerung und anfängliche Platzierung

Wenn Sie versuchen, eine einzelne virtuelle Maschine oder eine Gruppe von virtuellen Maschinen in einem DRS-aktivierten Cluster einzuschalten, führt vCenter Server die Zugangssteuerung durch. Dabei wird geprüft, ob der Cluster über ausreichende Ressourcen für die virtuelle(n) Maschine(n) verfügt.

Sollten die Ressourcen im Cluster zum Einschalten einer einzigen virtuellen Maschine oder einer der virtuellen Maschine in einer Gruppe nicht ausreichen, wird eine Meldung angezeigt. Anderenfalls empfiehlt DRS für jede virtuelle Maschine einen Host zum Ausführen der virtuellen Maschine und unternimmt eine der folgenden Aktionen:

- Führt die Platzierungsempfehlung automatisch aus.
- Zeigt die Platzierungsempfehlung an, sodass der Benutzer auswählen kann, ob er sie annehmen oder überschreiben möchte.

Hinweis Es werden keine Empfehlungen zur anfänglichen Platzierung für virtuelle Maschinen auf eigenständigen Hosts oder in Nicht-DRS-Clustern ausgegeben. Beim Einschalten werden diese auf dem Host platziert, auf dem sie sich derzeit befinden.

Weitere Informationen zu DRS-Empfehlungen und ihrer Anwendung finden Sie in „Seite „DRS-Empfehlungen"", auf Seite 77.

Einschalten einer einzelnen virtuellen Maschine

In einem DRS-Cluster können Sie eine einzelne virtuelle Maschine einschalten und Empfehlungen für die anfängliche Platzierung erhalten.

Wenn Sie eine einzelne virtuelle Maschine einschalten, gibt es zwei Arten von Empfehlungen zur anfänglichen Platzierung:

- Es wird eine einzelne virtuelle Maschine eingeschaltet, es sind keine vorbereitenden Schritte erforderlich.

  Dem Benutzer wird eine Liste sich gegenseitig ausschließender Platzierungsempfehlungen für die virtuelle Maschine angezeigt. Sie können nur eine Empfehlung auswählen.

- Es wird eine einzelne virtuelle Maschine eingeschaltet, es sind jedoch vorbereitende Schritte erforderlich.

  Zu diesen Schritten gehören das Versetzen eines Hosts in den Standby-Modus oder das Migrieren anderer virtueller Maschinen zwischen Hosts. In diesem Fall haben die Empfehlungen mehrere Zeilen, die jede der vorausgesetzten Aktionen aufführen. Der Benutzer kann entweder die gesamte Empfehlung akzeptieren oder das Einschalten der virtuellen Maschine abbrechen.

Einschalten der Gruppe

Sie können versuchen, mehrere virtuelle Maschinen gleichzeitig einzuschalten (Gruppeneinschaltvorgang).

Die für einen Gruppeneinschaltvorgang ausgewählten virtuellen Maschinen müssen sich nicht im selben DRS-Cluster befinden. Sie können aus verschiedenen Clustern ausgewählt werden, müssen sich aber im selben Datencenter befinden. Es können auch virtuelle Maschinen in Nicht-DRS-Clustern oder auf eigenständigen Hosts eingeschaltet werden. Diese werden automatisch eingeschaltet und es wird keine Empfehlung zur anfänglichen Platzierung ausgegeben.

Die Empfehlungen zur anfänglichen Platzierung für Gruppeneinschaltvorgänge werden auf Clusterbasis gegeben. Wenn alle platzierungsbezogenen Schritte für einen Gruppeneinschaltvorgang im automatischen Modus ablaufen, werden die virtuellen Maschinen ohne Empfehlung zur anfänglichen Platzierung eingeschaltet. Wenn die platzierungsbezogenen Schritte für eine der virtuellen Maschinen auf manuell gesetzt ist, erfolgt das Einschalten aller virtuellen Maschinen (einschließlich derer im automatischen Modus) manuell und wird in einer Empfehlung zur anfänglichen Platzierung einbezogen.

Für jeden DRS-Cluster, dem die einzuschaltenden VMs angehören, gibt es eine individuelle Einzelempfehlung, die alle vorbereitenden Schritte umfasst (oder keine Empfehlung). Sämtliche dieser clusterspezifischen Empfehlungen werden zusammen auf der Registerkarte Empfehlungen zum Einschalten angezeigt.

Wenn ein nicht automatischer Gruppeneinschaltversuch unternommen wird und virtuelle Maschinen beteiligt sind, für die keine Empfehlung zur anfänglichen Platzierung ausgegeben wurde (d. h. VMs auf eigenständigen Hosts oder in Nicht-DRS-Clustern), versucht vCenter Server, diese automatisch einzuschalten. Falls der Einschaltvorgang erfolgreich ist, werden die virtuellen Maschinen auf der Registerkarte Erfolgreiche Einschaltvorgänge angezeigt. Alle virtuellen Maschinen, bei denen das Einschalten fehlschlägt, werden auf der Registerkarte Fehlgeschlagene Einschaltvorgänge angezeigt.

Beispiel zum Gruppeneinschaltvorgang

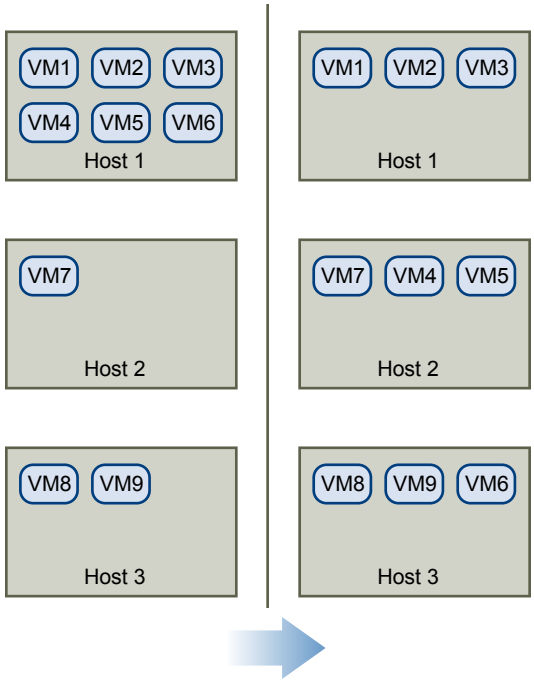
Der Benutzer wählt drei virtuelle Maschinen aus demselben Datencenter für einen Gruppeneinschaltvorgang aus. Die ersten beiden virtuellen Maschinen (VM1 und VM2) befinden sich im selben DRS-Cluster (Cluster1), während die dritte virtuelle Maschine (VM3) ein eigenständiger Host ist. VM1 befindet sich im automatischen und VM2 im manuellen Modus. In diesem Szenario wird dem Benutzer eine Empfehlung zur anfänglichen Platzierung für Cluster1 angezeigt (auf der Registerkarte Empfehlungen zu Einschaltvorgängen (Power On Recommendations)), die Aktionen zum Einschalten von VM1 und VM2 umfasst. Es wird versucht, VM3 automatisch einzuschalten. Ist dies erfolgreich, wird VM3 auf der Registerkarte Erfolgreiche Einschaltvorgänge aufgeführt. Schlägt der Versuch fehl, wird die virtuelle Maschine auf der Registerkarte Fehlgeschlagene Einschaltversuche aufgelistet.

Migrieren von virtuellen Maschinen

Obwohl DRS anfängliche Platzierungen vornimmt, sodass die Last im Cluster gleichmäßig verteilt ist, können Änderungen an der Last der virtuellen Maschine und der Verfügbarkeit von Ressourcen zu einer ungleichmäßigen Lastverteilung führen. DRS generiert Migrationsempfehlungen, um eine ungleichmäßige Lastverteilung auszugleichen.

Wenn DRS auf dem Cluster aktiviert wird, kann die Last gleichmäßiger verteilt werden, um das Ungleichgewicht zu reduzieren. Ein Beispiel finden Sie in Abbildung 5-1. Die drei Hosts links in der Abbildung sind nicht ausgeglichen. Angenommen, Host 1, Host 2 und und 3 verfügen über identische Kapazitäten und alle virtuellen Maschinen über dieselbe Konfiguration und Last (dazu gehört die Reservierung, sofern festgelegt). Trotzdem sind die Ressourcen von Host 1 überansprucht, da sechs virtuelle Maschinen vorhanden sind, während auf Host 2 und Host 3 ausreichend Ressourcen zur Verfügung stehen. DRS migriert deshalb virtuelle Maschinen von Host 1 auf Host 2 und Host 3 (bzw. empfiehlt diese Migration). Rechts in der Abbildung wird das Ergebnis der ordnungsgemäßen Lastenausgleichskonfiguration der Hosts angezeigt.

Abbildung 5-1. Lastenausgleich



Im Falle eines Ungleichgewichts bei einem Cluster gibt DRS – je nach Automatisierungsebene – Empfehlungen aus oder migriert die virtuellen Maschinen:

- Wenn es sich um einen manuellen oder teilautomatisierten Cluster handelt, führt vCenter Server keine automatischen Aktionen zum Ausgleich der Ressourcen durch. Vielmehr wird auf der Seite **[Übersicht (Summary)]** darauf hingewiesen, dass Migrationsempfehlungen verfügbar sind. Auf der Seite **[DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)]** werden die Änderungsempfehlungen angezeigt, die zur effizientesten Ressourcennutzung innerhalb des Clusters führen.
- Wenn es sich um einen Cluster und virtuelle Maschinen handelt, die vollautomatisiert sind, migriert vCenter Server ausgeführte virtuelle Maschinen bei Bedarf zwischen den Hosts, um eine effiziente Nutzung der Clusterressourcen sicherzustellen.

  Hinweis Auch bei der Einrichtung einer automatischen Migration können Benutzer einzelne virtuelle Maschinen explizit migrieren, allerdings könnte vCenter Server diese virtuellen Maschinen bei der Optimierung von Clusterressourcen auf andere Hosts verschieben.

Standardmäßig wird die Automatisierungsebene für den gesamten Cluster festgelegt. Für einzelne virtuelle Maschinen kann auch eine benutzerdefinierte Automatisierungsebene festgelegt werden.

DRS-Migrationsschwellenwert

Der DRS-Migrationsschwellenwert ermöglicht Ihnen das Festlegen der Empfehlungen, die erzeugt und dann angewendet werden (wenn die virtuellen Maschinen, die von der Empfehlung betroffen sind, sich im vollautomatisierten Modus befinden) oder angezeigt werden (im manuellen Modus). Dieser Schwellenwert zeigt auch, wie viel Ungleichgewicht im Cluster im Bezug auf die Hostauslastung (CPU und Arbeitsspeicher) akzeptabel ist.

Sie können den Schwellenwert-Schieberegler verschieben, um eine von fünf Einstellungen zu verwenden, von „Konservativ“ bis „Aggressiv“. Bei den fünf Migrationseinstellungen werden Empfehlungen basierend auf der zugewiesenen Prioritätsebene erzeugt. Jeder Schritt, um den Sie den Schieberegler nach rechts bewegen, lässt für die Eingeschlossenen Elemente eine niedrigere Prioritätsstufe zu. Bei der Einstellung „Konservativ“

werden nur Empfehlungen mit der höchsten Prioritätsstufe (obligatorische Empfehlungen) erzeugt, bei der nächsten Stufe rechts daneben werden Empfehlungen von der zweithöchsten Prioritätsstufe aufwärts erzeugt usw., bis hin zur Stufe „Aggressiv“, die Empfehlungen ab der Prioritätsstufe 5 erzeugt (d. h., alle Empfehlungen werden erzeugt).

Eine Prioritätsebene für jede Migrationsempfehlung wird aus der Lasten-Ungleichgewichtsmetrik des Clusters berechnet. Diese Metrik wird im vSphere-Client auf der Registerkarte Übersicht als „Aktuelle Standardlastabweichung des Hosts“ angezeigt. Ein höheres Lasten-Ungleichgewicht führt zu Migrationsempfehlungen mit einer höheren Priorität. Weitere Informationen zu dieser Metrik und zur Berechnung der Prioritätsebene einer Empfehlung finden Sie im Artikel „Calculating the priority level of a VMware DRS migration recommendation“ der VMware-Knowledgebase.

Nachdem eine Empfehlung eine Prioritätsebene erhält, wird diese Ebene mit dem von Ihnen festgelegten Migrationsschwellenwert verglichen. Wenn die Prioritätsebene niedriger oder gleich der Einstellung des Schwellenwerts ist, wird die Empfehlung entweder angewendet (wenn die relevanten virtuellen Maschinen sich im vollautomatisierten Modus befinden) oder dem Benutzer zur Bestätigung angezeigt (im manuellen oder teilautomatisierten Modus).

Migrationsempfehlungen

Bei der Erstellung eines Clusters im standardmäßigen manuellen oder teilautomatisierten Modus zeigt vCenter Server auf der Seite **[DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)]** Migrationsempfehlungen an.

Das System liefert so viele Empfehlungen, wie für die Durchsetzung von Regeln und dem Ressourcenausgleich des Clusters erforderlich sind. Jede Empfehlung enthält die zu verschiebende virtuelle Maschine, den aktuellen Host (Quellhost) und den Zielhost sowie einen Grund für die Empfehlung. Folgende Gründe sind möglich:

- Ausgleichen der durchschnittlichen CPU-Lasten oder -Reservierungen.
- Ausgleichen der durchschnittlichen Arbeitsspeicherlasten oder -reservierungen.
- Anwenden von Ressourcenpoolreservierungen.
- Anwenden von DRS-Regeln (Affinitäts- oder Anti-Affinitätsregeln).
- Der Host wechselt in den Wartungs- oder Standby-Modus.

Hinweis Wenn Sie die DPM-Funktion (Distributed Power Management) von VMware verwenden, erhalten Sie neben Migrationsempfehlungen auch Host-Betriebszustandsempfehlungen.

DRS-Clustervoraussetzungen

Ein Host, der zu einem DRS-Cluster hinzugefügt wird, muss bestimmte Voraussetzungen erfüllen, um Clusterfunktionen erfolgreich verwenden zu können.

Gemeinsam genutzter Speicher

Stellen Sie sicher, dass die verwalteten Hosts einen gemeinsamen Speicher nutzen. Gemeinsam genutzter Speicher befindet sich im Allgemeinen in einem Storage Area Network (SAN), er kann jedoch auch über gemeinsam genutzte NAS-Speicher implementiert werden.

Weitere Informationen zu gemeinsam genutztem Speicher finden Sie im *Konfigurationshandbuch für iSCSI-SAN* und dem *SAN-Konfigurationshandbuch für Fibre-Channel* sowie im *ESX-Konfigurationshandbuch* oder im *ESXi-Konfigurationshandbuc*.

Gemeinsam genutztes VMFS-Volume

Konfigurieren Sie für die Verwendung gemeinsam genutzter VMFS-Volumes alle verwalteten Hosts.

- Platzieren Sie die Festplatten aller virtuellen Maschinen auf VMFS-Volumes, auf die Quell- und Zielhosts zugreifen können.
- Setzen Sie den Zugangsmodus für das gemeinsam genutzte VMFS-Volume auf **[Öffentlich (Public)]** .
- Stellen Sie sicher, dass das VMFS-Volume groß genug ist, um alle virtuellen Festplatten der virtuellen Maschinen zu speichern.
- Stellen Sie sicher, dass die VMFS-Volumes auf den Quell- und Zielhosts Volume-Namen verwenden und diese durch alle virtuellen Maschinen beim Festlegen der virtuellen Festplatten verwendet werden.

HINWEIS Die Auslagerungsdateien der virtuellen Maschinen müssen sich ebenfalls auf einem VMFS-Volume befinden, auf das sowohl Quell- als auch Zielhosts zugreifen können (genau wie die virtuellen Festplattendateien `.vmdk`). Diese Anforderung gilt nicht mehr, wenn alle Quell- und Zielhosts über ESX Server 3.5 oder höher verfügen und die lokale Auslagerung auf einem Host verwenden. In diesem Fall wird VMotion mit Auslagerungsdateien auf einem nicht gemeinsam genutzten Speicher unterstützt. Die Auslagerungsdateien werden standardmäßig auf einem VMFS-Volume abgelegt. Möglicherweise wurde dieser Dateispeicherort jedoch durch den Administrator mithilfe erweiterter Konfigurationsoptionen für virtuelle Maschinen überschrieben.

Prozessorkompatibilität

Sie müssen die Kompatibilität der Prozessoren von Quell- und Zielhosts im Cluster maximieren, damit die Funktionen von DRS nicht eingeschränkt werden.

VMotion überträgt den aktuellen Status der Architektur einer virtuellen Maschine zwischen den zugrunde liegenden ESX/ESXi-Hosts. VMotion-Kompatibilität bedeutet folglich, dass die Prozessoren des Zielhosts in der Lage sein müssen, die Ausführung anhand gleichwertiger Anweisungen an der Stelle fortzusetzen, an der die Prozessoren des Quellhosts angehalten wurden. Die Taktfrequenzen der Prozessoren sowie die Cachegrößen können zwar unterschiedlich sein, allerdings müssen die Prozessoren derselben Herstellerkategorie (Intel oder AMD) und derselben Prozessorfamilie entsprechen, um für die Migration mit VMotion kompatibel zu sein.

Prozessorfamilien, wie z. B. Xeon MP und Opteron, werden durch den Prozessorhersteller definiert. Sie können verschiedene Prozessorversionen aus derselben Familie unterscheiden, indem Sie Prozessormodell, Stepping-Level und erweiterte Funktionen vergleichen.

In einigen Fällen wurden durch die Prozessorhersteller innerhalb derselben Prozessorfamilie signifikante Änderungen an der Architektur eingeführt (wie z. B. 64-Bit-Erweiterungen und SSE3). VMware identifiziert solche Ausnahmen, falls eine erfolgreiche Migration mit VMotion nicht garantiert werden kann.

vCenter Server bietet Funktionen um sicherzustellen, dass die mit VMotion migrierten virtuellen Maschinen die Anforderungen an die Prozessorkompatibilität erfüllen. Zu diesen Funktionen zählen:

- Enhanced VMotion Compatibility (EVC) – Mithilfe der EVC-Funktion können Sie VMotion-Kompatibilität für die Hosts in einem Cluster sicherstellen. EVC stellt sicher, dass alle Hosts in einem Cluster denselben CPU-Funktionssatz gegenüber der virtuellen Maschine offenlegen – selbst dann, wenn die tatsächlichen CPUs auf den Hosts abweichen. Auf diese Weise wird verhindert, dass mit VMotion durchgeführte Migrationen aufgrund nicht kompatibler CPUs fehlschlagen.

Konfigurieren Sie EVC über das Dialogfeld mit den Clustereigenschaften. Die Hosts müssen innerhalb des Clusters bestimmte Anforderungen erfüllen, damit der Cluster EVC verwenden kann. Weitere Informationen zu EVC und den EVC-Anforderungen finden Sie unter *Grundlegende Systemverwaltung*.

- CPU-Kompatibilitätsmasken – vCenter Server vergleicht die für eine virtuelle Maschine verfügbaren CPU-Funktionen mit den CPU-Funktionen des Zielhosts, um zu ermitteln, ob Migrationen mit VMotion zulässig sind oder nicht. Durch die Anwendung von CPU-Kompatibilitätsmasken auf einzelne virtuelle Maschinen können bestimmte CPU-Funktionen für die virtuelle Maschine ausgeblendet werden, um das potenzielle Fehlschlagen von Migrationen mit VMotion aufgrund von nicht kompatiblen CPUs zu verhindern.

VMotion-Anforderungen

Die Hosts in Ihrem Cluster müssen Teil eines VMotion-Netzwerks sein, damit die Verwendung der DRS-Migrationsempfehlungen aktiviert werden kann. Falls die Hosts zu keinem VMotion-Netzwerk gehören, kann DRS dennoch Empfehlungen zur anfänglichen Platzierung ausgeben.

Jeder Host des Clusters muss im Hinblick auf die VMotion-Konfiguration folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Konfigurationsdatei der virtuellen Maschine muss sich für ESX/ESXi-Hosts auf einem VMware VMFS-Volume befinden.
- VMotion unterstützt keine Raw-Festplatten oder die Migration von Anwendungen, die über Microsoft Cluster Service (MSCS) geclustert wurden.
- VMotion benötigt ein privates Gigabit-Ethernet-Migrationsnetzwerk zwischen allen VMotion-fähigen, verwalteten Hosts. Wenn VMotion auf einem verwalteten Host aktiviert ist, konfigurieren Sie ein eindeutiges Netzwerkkennungsobjekt für den verwalteten Host und verbinden Sie ihn mit dem privaten Migrationsnetzwerk.

Erstellen eines DRS-Clusters

Erstellen Sie ein DRS-Cluster unter Verwendung des Assistenten für Neuer Cluster im vSphere-Client.

Voraussetzungen

Sie können einen Cluster zwar ohne zusätzliche Lizenz erstellen, Sie benötigen jedoch eine Lizenz zur Aktivierung von DRS (und VMware HA) für einen Cluster.

Vorgehensweise

1. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf ein Datencenter oder einen Ordner im vSphere-Client und wählen Sie **[Neuer Cluster]** .
2. Benennen Sie den Cluster im Feld **[Name]** .

   Dieser Name wird im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients angezeigt.
3. Aktivieren Sie die DRS-Funktion, indem Sie auf **[VMware DRS]** klicken.

   Sie können auch die VMware HA-Funktion aktivieren, indem Sie auf **[VMware HA]** klicken.
4. Klicken Sie auf **[Weiter]** .

5 Wählen Sie eine Standard-Automatisierungsebene für DRS.

	Anfängliche Platzierung	Migration
[Manuell]	Die empfohlenen Hosts werden angezeigt.	Migrationsempfehlung wird angezeigt.
[Teilautomatisiert]	Automatisierte Platzierung.	Migrationsempfehlung wird angezeigt.
[Vollautomatisiert]	Automatisierte Platzierung.	Die Migrationsempfehlung wird automatisch umgesetzt.

6 Legen Sie den Migrationsschwellenwert für DRS fest.

7 Klicken Sie auf **[Weiter]** .

8 Geben Sie die Standard-Energieverwaltungseinstellung für den Cluster an.

Wählen Sie beim Aktivieren der Energieverwaltung eine DPM-Schwellenwerteinstellung aus.

9 Klicken Sie auf **[Weiter]** .

10 Aktivieren Sie ggf. Enhanced VMotion Compatibility (EVC) und wählen Sie den entsprechenden Betriebsmodus aus.

11 Klicken Sie auf **[Weiter]** .

12 Wählen Sie einen Speicherort für die Auslagerungsdateien Ihrer virtuellen Maschinen aus.

Sie können die Auslagerungsdatei entweder im selben Verzeichnis wie die virtuelle Maschine speichern oder in einen Datenspeicher, der vom Host festgelegt wird (lokale Auslagerung durch Host).

13 Klicken Sie auf **[Weiter]** .

14 Überprüfen Sie die von Ihnen ausgewählten Optionen auf der Übersichtsseite.

15 Klicken Sie auf **[Beenden (Finish)]** , um die Clustererstellung abzuschließen bzw. auf **[Zurück (Back)]** , um im Assistenten seitenweise zurückzugehen und Änderungen an der Clustereinrichtung vorzunehmen.

Ein neuer Cluster enthält keine Hosts oder virtuellen Maschinen.

Informationen zum Hinzufügen von Hosts und virtuellen Maschinen zum Cluster finden Sie unter „Hinzufügen von Hosts zu einem Cluster“, auf Seite 61 und „Entfernen virtueller Maschinen aus einem Cluster“, auf Seite 64.

Festlegen einer benutzerdefinierten Automatisierungsebene für eine virtuelle Maschine

Nachdem Sie einen DRS-Cluster erstellt haben, können Sie die Automatisierungsebene für einzelne virtuelle Maschinen anpassen, um den standardmäßigen Automatisierungsmodus des Clusters außer Kraft zu setzen.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie den Cluster in der Bestandsliste des vSphere-Clients aus.

2 Klicken Sie mit der rechten Maustaste und wählen Sie **[Einstellungen bearbeiten]** .

3 Wählen Sie im Dialogfeld „Clustereinstellungen“ unter **[VMware DRS]** die Einstellung **[Optionen für virtuelle Maschinen]** aus.

4 Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **[Automatisierungsebenen von individuellen virtuellen Maschinen aktivieren]** .

5 Wählen Sie eine einzelne virtuelle Maschine oder mehrere virtuelle Maschinen aus.

6 Klicken Sie mit der rechten Maustaste und wählen Sie einen Automatisierungsmodus.

7 Klicken Sie auf **[OK]** .

HINWEIS Andere VMware-Produkte oder Funktionen, z. B. VMware vApp und VMware Fault Tolerance, können die Automatisierungsebenen von virtuellen Maschinen in einem DRS-Cluster möglicherweise außer Kraft setzen. Weitere Informationen finden Sie in der produktspezifischen Dokumentation.

Deaktivieren von DRS

Sie können DRS für ein Cluster deaktivieren.

Beim Deaktivieren von DRS werden die Ressourcenpoolhierarchie und die DRS-Regeln (siehe „Arbeiten mit DRS-Affinitätsregeln“, auf Seite 59) des Clusters nicht wiederhergestellt, wenn DRS wieder eingeschaltet wird. Wenn Sie DRS deaktivieren, werden die Ressourcenpools aus dem Cluster entfernt. Wenn Sie die Ressourcenpools nicht durch das Deaktivieren von DRS verlieren möchten, müssen Sie DRS anhalten, indem Sie die DRS-Automatisierungsebene in „Manuell“ ändern (und alle Außerkraftsetzungen für virtuelle Maschinen deaktivieren). Dies verhindert automatische DRS-Aktionen, erhält jedoch die Ressourcenpoolhierarchieen.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie den Cluster in der Bestandsliste des vSphere-Clients aus.

2 Klicken Sie mit der rechten Maustaste und wählen Sie **[Einstellungen bearbeiten]** .

3 Wählen Sie im linken Fenster die Option **[Allgemein]** und deaktivieren Sie das Kontrollkästchen **[VMware HA DRS einschalten]** .

4 Klicken Sie auf **[OK]** , um DRS zu deaktivieren.

Verwenden des DRS-Clusters zur Ressourcenverwaltung 6

Nachdem Sie einen DRS-Cluster erstellt haben, können Sie ihn anpassen und zur Ressourcenverwaltung verwenden.

Um Ihren DRS-Cluster und die enthaltenen Ressourcen anzupassen, können Sie DRS-Regeln konfigurieren sowie Hosts und virtuelle Maschinen hinzufügen und entfernen. Wenn die Einstellungen und Ressourcen eines Clusters definiert wurden, sollten Sie sicherstellen, dass es sich um einen gültigen Cluster handelt und dies so bleibt. Mit einem gültigen DRS-Cluster können Sie zudem Betriebsressourcen verwalten und mit VMware HA interoperieren.

Dieses Kapitel behandelt die folgenden Themen:

- „Arbeiten mit DRS-Affinitätsregeln“, auf Seite 59
- „Hinzufügen von Hosts zu einem Cluster“, auf Seite 61
- „Hinzufügen virtueller Maschinen zu einem Cluster“, auf Seite 62
- „Entfernen von Hosts aus einem Cluster“, auf Seite 63
- „Entfernen virtueller Maschinen aus einem Cluster“, auf Seite 64
- „DRS-Clustergültigkeit“, auf Seite 65
- „Verwalten von Energieressourcen“, auf Seite 70

Arbeiten mit DRS-Affinitätsregeln

Durch die Verwendung von DRS-Affinitäts- und -Anti-Affinitätsregeln können Sie die Platzierung von virtuellen Maschinen innerhalb eines Clusters steuern. Eine Affinitätsregel gibt an, dass zwei oder mehrere virtuelle Maschinen auf demselben Host platziert werden sollen. Eine Anti-Affinitätsregel beschränkt sich auf zwei virtuelle Maschinen und sieht vor, dass diese zwei virtuellen Maschinen nicht auf demselben Host platziert werden.

Falls es zu einem Konflikt zwischen zwei Regeln kommt, hat die ältere der beiden Regeln Vorrang. Die neuere Regel wird deaktiviert. DRS versucht, nur aktivierte Regeln einzuhalten, selbst dann, wenn es sich um eine Zuwiderhandlung handelt. Deaktivierte Regeln werden ignoriert. Das Verhindern von Verletzungen der Anti-Affinitätsregeln hat Vorrang vor dem Verhindern von Verletzungen der Affinitätsregeln.

Wählen Sie zum Überprüfen, ob aktivierte DRS-Regeln verletzt werden, den Cluster im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients aus, wählen Sie die Registerkarte „DRS“ und klicken Sie auf **[Fehler]** . Alle Regeln, die verletzt werden, weisen einen entsprechenden Fehler auf dieser Seite auf. Der Fehler gibt an, warum DRS die jeweilige Regel nicht einhalten kann.

Hinweis DRS-Regeln unterscheiden sich von den CPU-Affinitätsregeln eines einzelnen Hosts.

Erstellen von DRS-Regeln

Sie können zum Angeben der Affinität oder Anti-Affinität einer virtuellen Maschine DRS-Regeln erstellen.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie den Cluster in der Bestandsliste des vSphere-Clients aus.

2 Klicken Sie mit der rechten Maustaste und wählen Sie **[Einstellungen bearbeiten]** .

3 Wählen Sie im linken Fenster unter **[VMware DRS]** die Option **[Regeln]** .

4 Klicken Sie auf **[Hinzufügen]** .

5 Geben Sie in das Dialogfeld „Regel für virtuelle Maschine“ einen Namen für die Regel ein.

6 Wählen Sie im Popupmenü eine der folgenden Optionen:

- **[Virtuelle Maschinen zusammenfassen (Keep Virtual Machines Together)]**

  Eine virtuelle Maschine kann nicht zu mehr als einer solchen Regel gehören.

- **[Separate virtuelle Maschinen (Separate Virtual Machines)]**

  Dieser Regeltyp kann nicht mehr als zwei virtuelle Maschinen umfassen.

7 Klicken Sie auf **[Hinzufügen]** und anschließend auf **[OK]** .

Die Regel wurde erstellt.

Bearbeiten von DRS-Regeln

Sie können DRS-Regeln bearbeiten.

Vorgehensweise

1 Zeigen Sie den Cluster in der Bestandsliste an.

2 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Cluster und wählen Sie **[Einstellungen bearbeiten]** .

Das Dialogfeld „Einstellungen“ des Clusters wird angezeigt.

3 Wählen Sie im linken Fenster unter **[VMware DRS]** die Option **[Regeln]** .

4 Wählen Sie eine Regel im rechten Fenster und klicken Sie auf **[Bearbeiten]** .

5 Nehmen Sie im Dialogfeld Änderungen vor und klicken Sie auf **[OK]** .

Deaktivieren von DRS-Regeln

Sie können DRS-Regeln deaktivieren.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie den Cluster in der Bestandsliste des vSphere-Clients aus.

2 Wählen Sie im Kontextmenü **[Einstellungen bearbeiten]** aus.

3 Wählen Sie im linken Fenster unter **[VMware DRS]** die Option **[Regeln]** .

4 Deaktivieren Sie das Kontrollkästchen links neben der Regel, und klicken Sie auf **[OK]** .

Weiter

Sie können die Regel zu einem späteren Zeitpunkt wieder aktivieren, indem Sie das Kontrollkästchen erneut aktivieren.

Löschen von DRS-Regeln

Sie können DRS-Regeln löschen.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie den Cluster in der Bestandsliste des vSphere-Clients aus.

2 Wählen Sie im Kontextmenü **[Einstellungen bearbeiten]** aus.

3 Wählen Sie im linken Fenster unter **[VMware DRS]** die Option **[Regeln]** .

4 Wählen Sie die zu entfernende Regel, und klicken Sie auf **[Entfernen (Remove)]** .

Die Regel wurde gelöscht.

Hinzufügen von Hosts zu einem Cluster

Die Vorgehensweise für das Hinzufügen von Hosts zu einem Cluster unterscheidet sich für Hosts, die durch denselben vCenter Server (verwaltete Hosts) verwaltet werden, im Vergleich zu Hosts, die derzeit nicht durch diesen Server verwaltet werden.

Nach dem Hinzufügen eines Hosts werden die virtuellen Maschinen, die für den Host bereitgestellt wurden, Bestandteil des Clusters und DRS kann das Migrieren von einigen virtuellen Maschinen auf andere Hosts in dem Cluster empfehlen.

Hinzufügen eines verwalteten Hosts zu einem Cluster

Wenn Sie einen eigenständigen Host, der bereits von vCenter Server verwaltet wird, zu einem DRS-Cluster hinzufügen, werden dem Cluster die Ressourcen des Hosts zugeordnet.

Sie können auswählen, ob vorhandene virtuelle Maschinen und Ressourcenpools dem Root-Ressourcenpool des Clusters zugeordnet oder die Ressourcenpoolhierarchie übertragen werden soll.

HINWEIS Falls ein Host über keine untergeordneten Ressourcenpools oder virtuellen Maschinen verfügt, werden dem Cluster die Host-Ressourcen hinzugefügt, es wird jedoch keine Ressourcenpool-Hierarchie mit einem Ressourcenpool oberster Ebene erstellt.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie den Host entweder über die Bestandsliste oder die Listenanzeige aus.

2 Ziehen Sie den Host in das Zielclusterobjekt.

3 Geben Sie die weitere Verfahrensweise mit den virtuellen Maschinen und Ressourcenpools des Hosts an.

- **[Alle virtuellen Maschinen dieses Hosts im Root-Ressourcenpool des Clusters platzieren]**

  vCenter Server entfernt alle vorhandenen Ressourcenpools des Hosts und die virtuellen Maschinen in der Hierarchie des Hosts werden alle Root zugeordnet. Da Anteilszuordnungen stets relativ zu einem Ressourcenpool sind, müssen Sie die Anteile einer virtuellen Maschine möglicherweise manuell ändern, nachdem Sie diese Option ausgewählt haben, die die Ressourcenpoolhierarchie zerstört.

- **[Einen Ressourcenpool für die virtuellen Maschinen und Ressourcenpools dieses Hosts erstellen]**

  vCenter Server erstellt einen Ressourcenpool auf oberster Ebene, der zu einem dem Cluster direkt untergeordneten Element wird, und fügt alle untergeordneten Elemente des Hosts zu diesem neuen Ressourcenpool hinzu. Für diesen neuen Ressourcenpool der obersten Ebene können Sie einen Namen vergeben. Der Standard ist **[Übertragen von <host_name>]** .

Der Host wurde zum Cluster hinzugefügt.

Hinzufügen eines nicht verwalteten Hosts zu einem Cluster

Sie können einen nicht verwalteten Host zu einem Cluster hinzufügen. Ein solcher Host wird derzeit nicht durch dasselbe vCenter Server-System wie der Cluster verwaltet und ist im vSphere-Client nicht sichtbar.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie den Cluster, zu dem der Host hinzugefügt werden soll, und klicken Sie im Kontextmenü auf **[Host hinzufügen]** .

2 Geben Sie den Hostnamen, den Benutzernamen und das Kennwort ein und klicken Sie auf **[Weiter]** .

3 Zeigen Sie die Informationsübersicht an, und klicken Sie auf **[Weiter (Next)]** .

4 Geben Sie die weitere Verfahrensweise mit den virtuellen Maschinen und Ressourcenpools des Hosts an.

- **[Alle virtuellen Maschinen dieses Hosts im Root-Ressourcenpool des Clusters platzieren]**

  vCenter Server entfernt alle vorhandenen Ressourcenpools des Hosts und die virtuellen Maschinen in der Hierarchie des Hosts werden alle Root zugeordnet. Da Anteilszuordnungen stets relativ zu einem Ressourcenpool sind, müssen Sie die Anteile einer virtuellen Maschine möglicherweise manuell ändern, nachdem Sie diese Option ausgewählt haben, die die Ressourcenpoolhierarchie zerstört.

- **[Einen Ressourcenpool für die virtuellen Maschinen und Ressourcenpools dieses Hosts erstellen]**

  vCenter Server erstellt einen Ressourcenpool auf oberster Ebene, der zu einem dem Cluster direkt untergeordneten Element wird, und fügt alle untergeordneten Elemente des Hosts zu diesem neuen Ressourcenpool hinzu. Für diesen neuen Ressourcenpool der obersten Ebene können Sie einen Namen vergeben. Der Standard ist **[Übertragen von <host_name>]** .

Der Host wurde zum Cluster hinzugefügt.

Hinzufügen virtueller Maschinen zu einem Cluster

Es gibt drei Möglichkeiten, eine virtuelle Maschine zu einem Cluster hinzuzufügen.

- Wird ein Host zu einem Cluster hinzugefügt, werden alle auf dem Host befindlichen virtuellen Maschinen ebenfalls zum Cluster hinzugefügt.
- Bei der Erstellung einer virtuellen Maschine werden Sie durch den Assistenten zum Erstellen neuer virtuellen Maschinen aufgefordert, den Speicherort der virtuellen Maschine festzulegen. Sie können einen eigenständigen Host oder einen Cluster auswählen und jeden Ressourcenpool in dem Host oder Cluster auswählen.
- Sie können mithilfe des Assistenten für das Migrieren einer virtuellen Maschine eine virtuelle Maschine von einem eigenständigen Host oder von einem Cluster auf einen anderen Cluster migrieren. Ziehen Sie zum Starten dieses Assistenten das Objekt der virtuellen Maschine auf das Clusterobjekt oder klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Namen der virtuellen Maschine und wählen Sie **[Migrieren]** .

HINWEIS Eine virtuelle Maschine kann unmittelbar in den Ressourcenpool innerhalb eines Clusters verschoben werden. In diesem Fall wird der Assistent für das Migrieren einer virtuellen Maschine gestartet, aber die Auswahlseite für den Ressourcenpool erscheint nicht. Das direkte Migrieren auf einen Host innerhalb eines Clusters ist nicht zulässig, da die Ressourcen über den Ressourcenpool gesteuert werden.

Entfernen von Hosts aus einem Cluster

Sie können Hosts aus einem Cluster entfernen.

Voraussetzungen

Bevor Sie einen Host aus einem DRS-Cluster entfernen, beachten Sie Folgendes.

- Ressourcenpoolhierarchien – Nach dem Entfernen eines Hosts aus einem Cluster behält der Host nur noch den Root-Ressourcenpool bei, selbst wenn Sie einen DRS-Cluster verwendet haben und beim Hinzufügen des Hosts zum Cluster die Option gewählt haben, den Ressourcenpool des Hosts zu übertragen. In diesem Fall bleibt die Hierarchie im Cluster erhalten. Sie können eine hostspezifische Ressourcenpoolhierarchie erstellen.

  HINWEIS Stellen Sie sicher, dass Sie den Host aus dem Cluster entfernen, indem Sie ihn zuerst in den Wartungsmodus versetzen. Wenn Sie stattdessen die Verbindung des Hosts trennen, bevor Sie ihn aus dem Cluster entfernen, behält der Host den Ressourcenpool bei, der die Clusterhierarchie wiedergibt.

- Virtuelle Maschinen – Ein Host muss sich im Wartungsmodus befinden, damit Sie ihn aus dem Cluster entfernen können, und alle eingeschalteten virtuellen Maschinen müssen von dem Host migriert werden, damit der Host in den Wartungsmodus versetzt werden kann. Wenn Sie angeben, dass ein Host in den IWartungsmodus versetzt wird, werden Sie gefragt, ob alle ausgeschalteten virtuellen Maschinen auf dem Host auf andere Hosts im Cluster migriert werden sollen.
- Ungültige Cluster – Wird ein Host aus einem Cluster entfernt, nimmt auch die Zahl der für den Cluster verfügbaren Ressourcen ab. Falls der Cluster über ausreichende Ressourcen verfügt, um den Reservierungsanforderungen aller virtuellen Maschinen und Ressourcenpools des Clusters gerecht zu werden, passt der Cluster die Ressourcenzuteilung an, um den verringerten Umfang an Ressourcen anzuzeigen. Falls der Cluster nicht über ausreichende Ressourcen verfügt, um den Reservierungsanforderungen aller Ressourcenpools, jedoch denen der virtuellen Maschinen des Clusters gerecht zu werden, wird eine Alarmmeldung ausgegeben und der Cluster gelb gekennzeichnet. DRS wird weiterhin ausgeführt.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie den Host aus und klicken Sie im Kontextmenü auf die Option **[In den Wartungsmodus wechseln]** .

2 Im Wartungsmodus kann der Host an einen anderen Bestandslistenspeicherort verschoben werden – entweder in das Datencenter der obersten Ebene oder in einen anderen Cluster.

  Beim Verschieben des Hosts werden seine Ressourcen aus dem Cluster entfernt. Wenn Sie die Ressourcenpoolhierarchie des Hosts in den Cluster übertragen haben, bleibt diese Hierarchie im Cluster erhalten.

Nach dem Verschieben des Hosts können Sie einen der folgenden Schritte ausführen:

- Entfernen des Hosts aus vCenter Server. (Wählen Sie **[Entfernen]** im Kontextmenü).
- Führen Sie den Host unter vCenter Server als eigenständigen Host aus. (Wählen Sie **[Wartungsmodus beenden]** im Kontextmenü.)
- Verschieben Sie den Host in einen anderen Cluster.

Verwenden des Wartungsmodus

Sie sollten einen Host in den Wartungsmodus versetzen, wenn Sie Wartungstätigkeiten ausführen müssen, beispielsweise das Installieren von zusätzlichem Arbeitsspeicher. Ein Host wird in den Wartungsmodus nur auf Benutzeranforderung versetzt bzw. verlässt diesen nur dann.

Virtuelle Maschinen, die auf einem Host ausgeführt werden, der in den Wartungsmodus wechselt, müssen auf einen anderen Host migriert (manuell oder automatisch durch DRS) oder heruntergefahren werden. Der Host befindet sich so lange im Status **[Wechsel in den Wartungsmodus]** , bis alle ausgeführten virtuellen Maschinen ausgeschaltet oder auf andere Hosts migriert wurden. Sie können auf einem Host, der gerade in den Wartungsmodus wechselt, keine virtuellen Maschinen einschalten oder eine Migration virtueller Maschinen auf diesen Host durchführen.

Wenn sich auf dem Host keine ausgeführten virtuellen Maschinen mehr befinden, ändert sich das Hostsymbol in **[Wartungsphase]** und der neue Betriebszustand wird im Fenster **[Übersicht (Summary)]** des Hosts angezeigt. Während sich der Host im Wartungsmodus befindet, können virtuelle Maschinen weder bereitgestellt noch eingeschaltet werden.

Hinweis Die Migration virtueller Maschinen von einem Host, der in den Wartungs- oder Standby-Modus versetzt wird, wird von DRS nicht empfohlen (oder durchgeführt, im Fall des automatisierten Modus), wenn nach dem Übergang in den angeforderten Modus gegen das VMware HA-Failover-Level verstoßen würde.

Verwendung des Standby-Modus

Beim Versetzen eines Hosts in den Standby-Modus wird dieser ausgeschaltet.

Normalerweise werden Hosts durch die VMware DPM-Funktion in den Standby-Modus versetzt, um die Betriebszeiten zu optimieren. Sie können einen Host auch manuell in den Standby-Modus versetzen. Allerdings macht DRS beim nächsten Start möglicherweise Ihre Änderung rückgängig (oder empfiehlt das Rückgängigmachen). Damit ein Host ausgeschaltet bleibt, versetzen Sie diesen in den Wartungsmodus und schalten Sie ihn aus.

Entfernen virtueller Maschinen aus einem Cluster

Sie können virtuelle Maschine aus einem Cluster entfernen.

Sie haben zwei Möglichkeiten, um eine virtuelle Maschine aus einem Cluster zu entfernen:

- Wenn Sie einen Host aus einem Cluster entfernen, werden alle ausgeschalteten virtuellen Maschinen, die nicht auf andere Hosts migriert werden, ebenfalls entfernt. Ein Host kann nur entfernt werden, wenn er sich im Wartungsmodus befindet oder nicht verbunden ist. Wird ein Host aus einem DRS-Cluster entfernt, wird der Cluster möglicherweise aufgrund einer Überbelegung gelb gekennzeichnet.
- Sie können mithilfe des Assistenten für das Migrieren einer virtuellen Maschine eine virtuelle Maschine von einem eigenständigen Host oder von einem Cluster auf einen anderen Cluster migrieren. Ziehen Sie zum Starten dieses Assistenten das Objekt der virtuellen Maschine auf das Clusterobjekt oder klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Namen der virtuellen Maschine und wählen Sie **[Migrieren]** .

  Falls die virtuelle Maschine zur Regelgruppe eines DRS-Clusters gehört, zeigt vCenter Server eine Warnmeldung an, bevor die Migration fortgesetzt werden kann. Die Warnmeldung weist darauf hin, dass abhängige virtuelle Maschinen nicht automatisch migriert werden. Sie müssen die Warnmeldung zunächst bestätigen, damit die Migration fortgesetzt wird.

DRS-Clustergültigkeit

Der vSphere-Client zeigt an, ob ein DRS-Cluster gültig, überbelegt (gelb) oder ungültig (rot) ist.

DRS-Cluster können aufgrund mehrerer Ursachen überbelegt oder ungültig sein.

- Ein Cluster wird möglicherweise überbelegt, falls ein Host ausfällt.
- Ein Cluster wird ungültig, wenn vCenter Server ausfällt und virtuelle Maschinen mithilfe eines direkt mit einem ESX/ESXi-Host verbundenen vSphere-Clients eingeschaltet werden.
- Ein Cluster wird ungültig, wenn der Benutzer die Reservierung auf einem übergeordneten Ressourcenpool verringert, während gerade ein Failover einer virtuellen Maschine durchgeführt wird.
- Wenn Sie mithilfe eines vSphere-Clients, der mit einem ESX/ESXi-Host verbunden ist, Änderungen an den Hosts oder virtuellen Maschinen vornehmen, während vCenter Server nicht verfügbar ist, werden diese Änderungen wirksam. Ist vCenter Server anschließend wieder verfügbar, sind einige Cluster möglicherweise rot oder gelb gekennzeichnet, da die Clusteranforderungen nicht mehr erfüllt werden.

Beim Betrachten der verschiedenen Clustergültigkeitsszenarien sollten Sie diese Begriffe verstehen.

Reservierung Eine feste, garantierte Zuteilung für die Ressourcenpooleingabe des Benutzers.

Verwendete Reservierung Die Summe der Reservierungen oder genutzten Reservierungen (je nachdem, welcher Wert größer ist) für jeden untergeordneten Ressourcenpool, rekursiv hinzugefügt.

Nicht reserviert Diese nicht-negative Zahl ist je nach Ressourcenpooltyp verschieden.

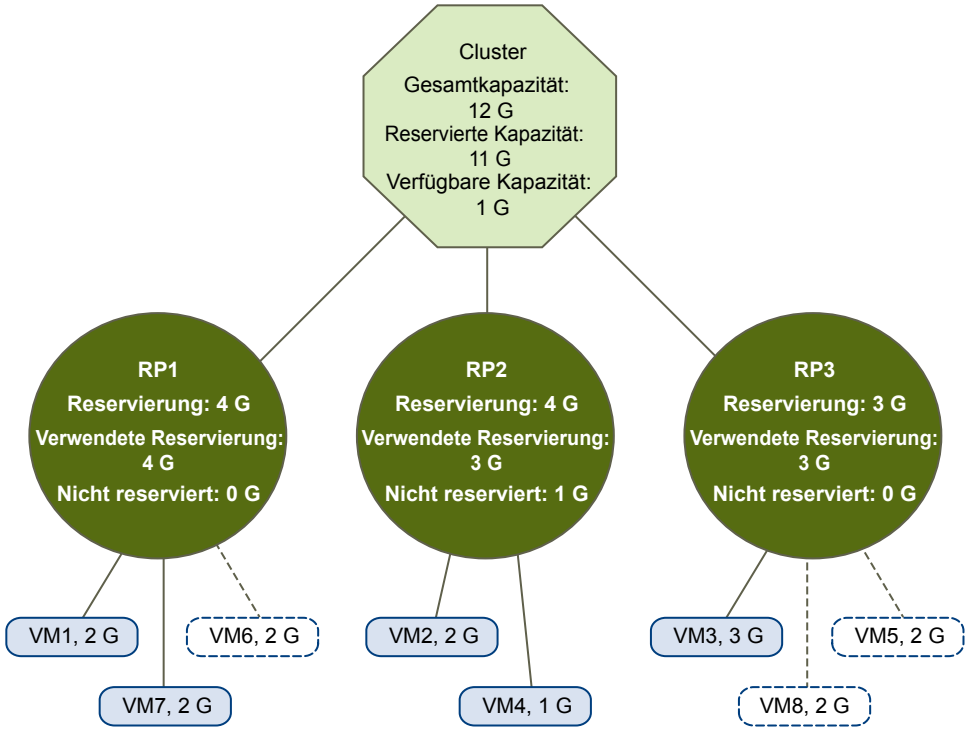
Nicht erweiterbare Ressourcenpools	Die Reservierung minus der verwendeten Reservierung.
Erweiterbare Ressourcenpools	(Reservierung minus verwendeter Reservierung) zuzüglich der nicht reservierten Ressourcen, die von übergeordneten Ressourcenpools ausgeliehen werden können.

Gültige DRS-Cluster

In einem gültigen Cluster stehen genügend Ressourcen zur Verfügung, um alle Reservierungen zu bedienen und alle gerade ausgeführten virtuellen Maschinen zu unterstützen.

Abbildung 6-1 enthält ein Beispiel von einem gültigen Cluster mit festen Ressourcenpools und wie dessen CPU- und Arbeitsspeicherressourcen berechnet werden.

Abbildung 6-1. Gültiger Cluster mit festen Ressourcenpools

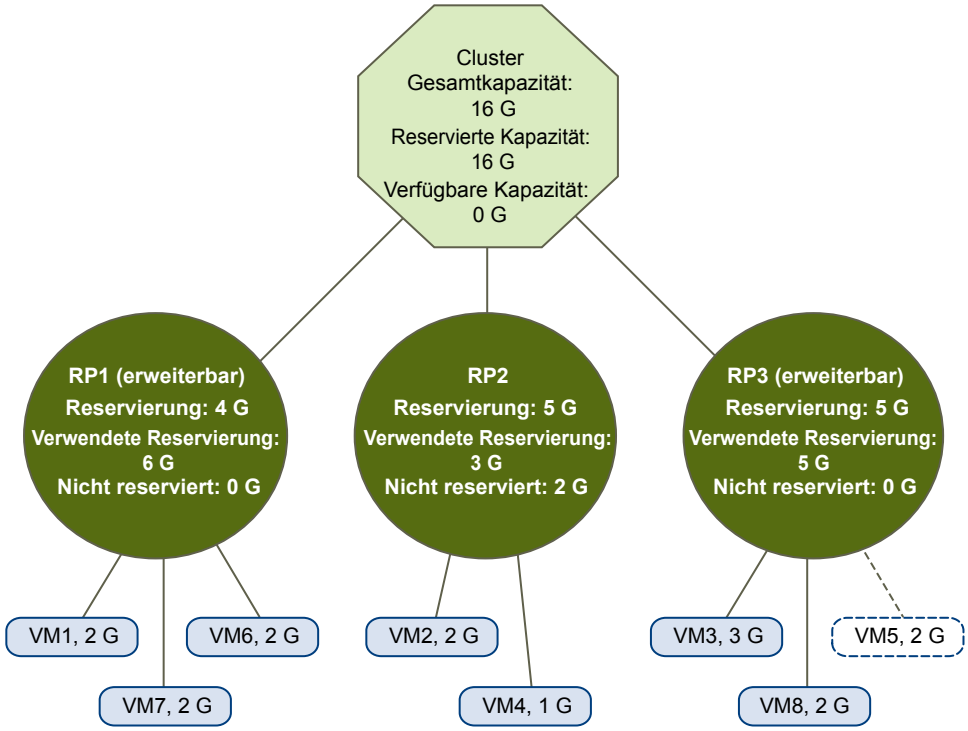


Der Cluster verfügt über die folgenden Eigenschaften:

- Ein Cluster mit Gesamtressourcen von 12 GHz.
- Drei Ressourcenpools, je vom Typ **[Fest]** (die Option **[Erweiterbare Reservierung]** ist nicht aktiviert).
- Die Gesamtreservierung aller drei Ressourcenpools zusammen beläuft sich auf 11 GHz (4+4+3 GHz). Der Gesamtwert wird im Feld **[Reservierte Arbeitsspeicherkapazität]** des Clusters angezeigt.
- RP1 wurde mit einer Reservierung von 4 GHz erstellt. Zwei virtuelle Maschinen (VM1 und VM7) mit je 2 GHz sind eingeschaltet (**[Genutzte Reservierung (Reservation Used)]** : 4 GHz). Es sind keine Ressourcen mehr übrig, um zusätzliche virtuelle Maschinen einzuschalten. VM6 wird als nicht eingeschaltet dargestellt. Sie verbraucht keine Reservierung.
- RP2 wurde mit einer Reservierung von 4 GHz erstellt. Zwei virtuelle Maschinen mit 1 GHz und 2 GHz sind eingeschaltet (**[Genutzte Reservierung (Reservation Used)]** : 3 GHz). 1 GHz bleibt nicht reserviert.
- RP3 wurde mit einer Reservierung von 3GHz erstellt. Eine virtuelle Maschine mit 3 GHz ist eingeschaltet. Es sind keine Ressourcen verfügbar, um zusätzliche virtuelle Maschinen einzuschalten.

Abbildung 6-2 enthält ein Beispiel eines gültigen Clusters mit einigen Ressourcenpools (RP1 und RP3) unter Verwendung des Reservierungstyps **[Erweiterbar]** .

Abbildung 6-2. Gültiger Cluster mit erweiterbaren Ressourcenpools



Ein gültiger Cluster kann wie folgt konfiguriert werden:

- Ein Cluster mit Gesamtressourcen von 16 GHz.
- RP1 und RP3 entsprechen dem Typ **[Erweiterbar (Expandable)]** , RP2 entspricht Typ „Fest“.
- Die Gesamtreservierung der drei Ressourcenpools zusammen beträgt 16 GHz (6 GHz für RP1, 5 GHz für RP2 und 5 GHz für RP3). 16 GHz wird als **[Reservierte Arbeitsspeicherkapazität]** für den Cluster der obersten Ebene angezeigt.
- RP1 wurde mit einer Reservierung von 4 GHz erstellt. Drei virtuelle Maschinen mit je 2 GHz sind eingeschaltet. Zwei dieser virtuellen Maschinen (z. B. VM1 und VM7) können die Reservierungen von RP1 verwenden, die dritte virtuelle Maschine (VM6) kann Reservierungen über den Ressourcenpool des Clusters verwenden. (Würde der Typ dieses Ressourcenpools auf **[Fest]** lauten, könnte die zusätzliche virtuelle Maschine nicht eingeschaltet werden.)
- RP2 wurde mit einer Reservierung von 5 GHz erstellt. Zwei virtuelle Maschinen mit 1 GHz und 2 GHz sind eingeschaltet (**[Genutzte Reservierung (Reservation Used)]** : 3 GHz). 2 GHz bleibt nicht reserviert.

  RP3 wurde mit einer Reservierung von 5 GHz erstellt. Zwei virtuelle Maschinen mit 3 GHz und 2 GHz sind eingeschaltet. Obwohl dieser Ressourcenpool dem Typ **[Erweiterbar (Expandable)]** entspricht, kann keine zusätzliche virtuelle Maschine mit 2 GHz eingeschaltet werden, da die zusätzlichen Ressourcen der übergeordneten virtuellen Maschine bereits durch RP1 genutzt werden.

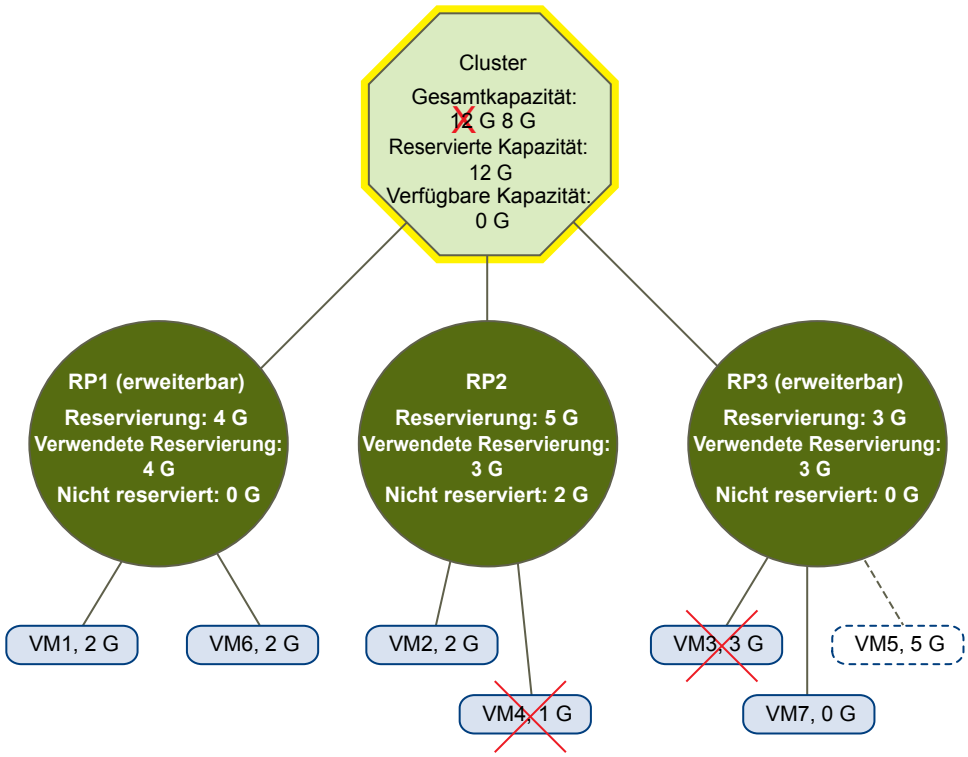
Überbelegte DRS-Cluster

Ein Cluster ist überbelegt (gelb), wenn der Baum der Ressourcenpools und virtuellen Maschinen intern konsistent ist, aber der Cluster nicht die Kapazität hat, alle von den untergeordneten Ressourcenpools reservierten Ressourcen zu unterstützen.

Es werden immer genügend Ressourcen vorhanden sein, um alle gerade ausgeführten virtuellen Maschinen zu unterstützen, da bei einem Ausfall des Hosts mit ihm sämtliche virtuellen Maschinen ausfallen. Ein Cluster wird in der Regel dann gelb gekennzeichnet, wenn die Clusterkapazität plötzlich verringert wird, z. B. weil ein Host im Cluster ausfällt. Es wird empfohlen, ausreichende zusätzliche Ressourcen im Cluster zu belassen, damit der Cluster nicht gelb gekennzeichnet wird.

Betrachten Sie das folgende Beispiel in Abbildung 6-3.

Abbildung 6-3. Gelber Cluster



Beispiel:

- Sie verfügen über einen Cluster mit Ressourcen von insgesamt 12 GHz aus drei Hosts mit je 4 GHz.
- Drei Ressourcenpools reservieren insgesamt 12 GHz.
- Die durch alle drei Ressourcenpools genutzte Gesamtreservierung beläuft sich auf 12 GHz (4+5+3 GHz). Diese wird als **[Reservierte Arbeitsspeicherkapazität]** des Clusters angezeigt.
- Einer der Hosts mit 4 GHz fällt aus, sodass sich die Gesamtressourcen auf 8 GHz verringern.
- Gleichzeitig werden VM4 (1 GHz) und VM3 (3 GHz), die zuvor auf dem ausgefallenen Host ausgeführt wurden, nicht mehr ausgeführt.
- Der Cluster führt nun virtuelle Maschinen mit einem Gesamtbedarf von 6 GHz aus. Der Cluster verfügt weiterhin über 8 GHz, eine für die Anforderungen der virtuellen Maschinen ausreichende Menge.

  Die Ressourcenpoolreservierungen von 12 GHz können nicht mehr gehalten werden, sodass der Cluster gelb gekennzeichnet wird.

Ungültige DRS-Cluster

Ein Cluster mit aktivierter DRS-Funktion wird als ungültig (rot) gekennzeichnet, wenn die Struktur in sich nicht mehr konsistent ist und Ressourceneinschränkungen nicht überwacht werden.

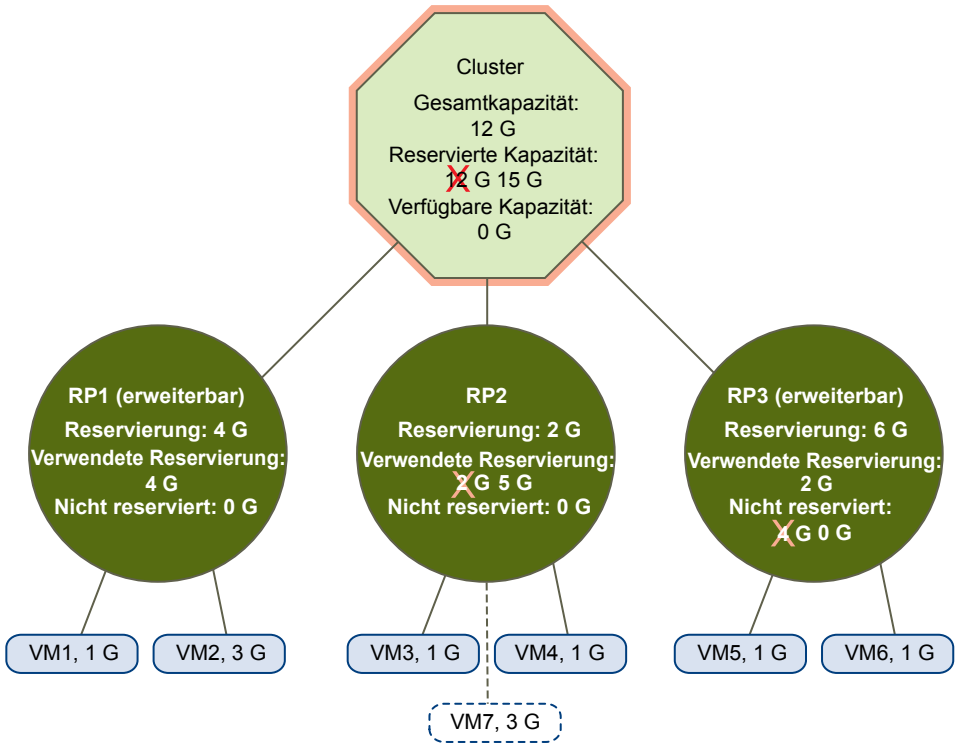
Die Gesamtmenge der Ressourcen im Cluster hat keinen Einfluss darauf, ob der Cluster rot gekennzeichnet wird. Ein DRS-Cluster kann „rot“ sein, obwohl auf Root-Ebene ausreichend Ressourcen vorhanden sind, wenn in einer untergeordneten Ebene Inkonsistenzen vorliegen.

Sie können das Problem eines rot gekennzeichneten DRS-Clusters lösen, indem Sie mindestens eine virtuelle Maschine ausschalten, virtuelle Maschinen in Strukturbereiche mit ausreichenden Ressourcen verschieben oder die Ressourcenpooleinstellungen im roten Bereich bearbeiten. Das Hinzufügen von Ressourcen schafft in der Regel nur im gelben Status Abhilfe.

Ein Cluster kann auch dann rot gekennzeichnet werden, wenn Sie einen Ressourcenpool neu konfigurieren, während gerade ein Failover einer virtuellen Maschine durchgeführt wird. Bei einer virtuellen Maschine, an der gerade ein Failover ausgeführt wird, wird die Verbindung getrennt und sie wird bei den Ressourcen des übergeordneten Ressourcenpools nicht berücksichtigt. Sie können die Reservierung des übergeordneten Ressourcenpools vor Abschluss des Failovers verringern. Sobald das Failover abgeschlossen ist, werden die Ressourcen der virtuellen Maschine wieder dem übergeordneten Ressourcenpool zugeordnet. Wenn die Poolnutzung über die neue Reservierung hinausgeht, wird der Cluster rot gekennzeichnet.

Wie in Abbildung 6-4 gezeigt, wird der Cluster rot gekennzeichnet, wenn ein Benutzer eine virtuelle Maschine (ohne Unterstützung) mit einer Reservierung von 3 GHz unter Ressourcenpool 2 starten kann.

Abbildung 6-4. Roter Cluster



Verwalten von Energieressourcen

Die VMware Distributed Power Management-Funktion (DPM) ermöglicht die Senkung des Energieverbrauchs eines DRS-Clusters, indem Hosts auf Basis der Clusterressourcennutzung ein- und ausgeschaltet werden.

VMware DPM überwacht den kumulativen Bedarf aller virtuellen Maschinen im Cluster nach Arbeitsspeicher- und CPU-Ressourcen und vergleicht ihn mit der Gesamtkapazität der verfügbaren Resourcen aller Hosts im Cluster. Wenn eine ausreichende Überkapazität ermittelt wird, versetzt VMware DPM einen oder mehrere Hosts in den Standby-Modus und migriert dabei alle virtuellen Maschinen, die auf diesen Hosts ausgeführt werden, auf andere Hosts und schaltet sie anschließend aus. Wenn umgekehrt die Kapazität als nicht ausreichend angesehen wird, holt DRS Hosts aus dem Standby-Modus (schaltet sie ein) und migriert mithilfe von VMotion virtuelle Maschinen auf diese Hosts. Beim Durchführen dieser Berechnungen berücksichtigt VMware DPM nicht nur den aktuellen Bedarf, sondern auch alle vom Benutzer angegebenen VM-Ressourcenreservierungen.

Hinweis ESX/ESXi-Hosts können nur dann automatisch aus dem Standby-Modus geholt werden, wenn sie in einem von vCenter Server verwalteten Cluster ausgeführt werden.

VMware DPM kann eines von drei Energieverwaltungsprotokollen verwenden, um einen Host aus dem Standby-Modus zu versetzen: Intelligent Platform Management Interface (IPMI), Hewlett-Packard Integrated Lights-Out (iLO) oder Wake-On-LAN (WOL). Jedes Protokoll benötigt eine eigene Hardwareunterstützung und -konfiguration. Sofern ein Host keines dieser Protokolle unterstützt, kann er nicht von VMware DPM in den Standby-Modus versetzt werden. Falls ein Host mehrere Protokolle unterstützt, werden sie in der folgenden Reihenfolge verwendet: IPMI, iLO, WOL.

Hinweis Trennen Sie keinen Host, der sich im Standby-Modus befindet, oder verschieben Sie keinen Host aus dem DRS-Cluster, ohne ihn erst einzuschalten. Anderenfalls kann vCenter Server den Host nicht mehr einschalten.

Konfigurieren von IPMI- oder iLO-Einstellungen für VMware DPM

IPMI ist eine Hardwarespezifikation und Hewlett-Packard iLO ist eine eingebettete Servermanagementtechnologie. Beide definieren eine Schnittstelle für die Remote-Überwachung und -Steuerung von Computern und stellen diese zur Verfügung.

Sie müssen den folgenden Vorgang auf jedem Host durchführen.

Voraussetzungen

Sowohl IPMI als auch iLO benötigen einen Baseboard Management Controller (BMC), um ein Gateway zum Zugriff auf Hardwaresteuerungsfunktionen bereitzustellen und zu ermöglichen, dass von einem Remotesystem mit einer seriellen oder LAN-Verbindung auf die Schnittstelle zugegriffen werden kann. Der BMC wird auch dann eingeschaltet, selbst wenn der Host ausgeschaltet wird. Sofern ordnungsgemäß aktiviert, reagiert der BMC auf Befehle zum Einschalten.

Wenn Sie IPMI oder iLO als Wake-Protokoll verwenden möchten, müssen Sie den BMC konfigurieren. Die BMC-Konfiguration variiert je nach Modell. Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation Ihres Anbieters. Mit IPMI müssen Sie zudem sicherstellen, dass der BMC LAN-Kanal so konfiguriert ist, dass er immer verfügbar ist und Operatorbefehle zulässig sind. Wenn Sie auf einigen IPMI-Systemen "IPMI über LAN" aktivieren, müssen Sie dies im BIOS konfigurieren und ein bestimmtes IPMI-Konto angeben.

VMware DPM nur mit IPMI unterstützt die MD5- und textbasierte Authentifizierung, die MD2-basierte Authentifizierung wird dagegen nicht unterstützt. vCenter Server verwendet MD5, wenn der BMC eines Hosts meldet, dass er unterstützt wird und für die Operatorrolle aktiviert ist. Anderenfalls wird die textbasierte Authentifizierung verwendet, wenn BMC meldet, dass sie unterstützt wird und aktiviert ist. Falls weder die MD5- noch die textbasierte Authentifizierung aktiviert ist, kann IPMI nicht mit dem Host verwendet werden. In diesem Fall versucht vCenter Server, Wake-on-LAN zu verwenden.

Vorgehensweise

1 Wählen Sie den Host aus der Bestandsliste des vSphere-Clients aus.

2 Klicken Sie auf die Registerkarte **[Konfiguration]** .

3 Klicken Sie auf **[Energieverwaltung]** .

4 Klicken Sie auf **[Eigenschaften]** .

5 Geben Sie die folgenden Informationen ein.

- Benutzername und Kennwort für ein BMC-Konto. (Der Benutzername muss die Berechtigung haben, den Host remote einzuschalten.)
- IP-Adresse der dem BMC zugewiesenen Netzwerkkarte im Unterschied zur IP-Adresse des Hosts. Die IP-Adresse sollte statisch oder eine DHCP-Adresse mit unbegrenzter Lease sein.
- MAC-Adresse der dem BMC zugeordneten Netzwerkkarte.

6 Klicken Sie auf **[OK]** .

Testen von Wake-on-LAN für VMware DPM

Die Verwendung von Wake-on-LAN (WOL) für die VMware DPM-Funktion wird vollständig unterstützt, sofern Sie sie konfigurieren und gemäß den VMware-Richtlinien erfolgreich testen. Sie müssen diese Schritte durchführen, bevor Sie VMware DPM zum ersten Mal für ein Cluster aktivieren, bzw. diese auf jedem Host durchführen, der zu einem Cluster hinzugefügt wird, der VMware DPM verwendet.

Voraussetzungen

Stellen Sie sicher, dass der Cluster alle Voraussetzungen erfüllt, bevor Sie WOL testen.

- Der Cluster muss mindestens zwei ESX-Hosts der Version 3.5 (oder ESX 3i Version 3.5) oder höher enthalten.
- Der VMotion-Netzwerk-Link auf jeden Host muss ordnungsgemäß funktionieren. Das VMotion-Netzwerk sollte auch ein Einzel-IP-Subnetz sein, nicht mehrere, durch Router getrennte Subnetze.
- Die VMotion-Netzwerkkarte auf jedem Host muss WOL unterstützen. Ermitteln Sie zum Prüfen auf WOL-Unterstützung zunächst den Namen des physischen Netzwerkadapters, der dem VMkernel-Port zugewiesen ist, indem Sie im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients den Host auswählen, dann die Registerkarte **[Konfiguration]** auswählen und auf **[Netzwerk]** klicken. Nachdem Sie die Informationen gesammelt haben, klicken Sie auf **[Netzwerkadapter]** und suchen Sie den für den Netzwerkadapter enstprechenden Eintrag. In der Spalte **[Wake-on-LAN unterstützt]** des entsprechenden Adapters sollte „Ja“ stehen.
- Zur Anzeige des WOL-Kompatibilitätsstatus der einzelnen Netzwerkkarten auf dem Host wählen Sie im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients den Host, klicken Sie auf die Registerkarte **[Konfiguration]** und klicken Sie anschließend auf **[Netzwerkadapter]** . Für die Netzwerkkarte muss in der Spalte **[Wake-on-LAN unterstützt]** „Ja“ angezeigt werden.
- Der Switch-Port, in dem jede WOL-unterstützende VMotion-Netzwerkkarte eingesteckt ist, sollte so eingestellt sein, dass die Linkgeschwindigkeit automatisch ausgehanelt wird. Legen Sie keine feste Geschwindigkeit fest (z. B. 1000 Mb/s). Viele Netzwerkkarten unterstützen WOL nur dann, wenn sie auf eine Geschwindigkeit von 100 Mb/s oder weniger umschalten können, wenn der Host ausgeschaltet wird.

Nachdem Sie diese Voraussetzungen verifzieren, testen Sie jeden ESX/ESXi-Host, der WOL zum Unterstützen von VMware DPM verwenden wird. Wenn Sie diese Hosts testen, stellen Sie sicher, dass für den Cluster die VMware DPM-Funktion von VMware deaktiviert ist.

Vorsicht Vergewissern Sie sich, dass jeder Host, der zu einem VMware-DPM-Cluster hinzugefügt wird, der WOL als Wake-Protokoll verwendet, getestet und für diesen die Energieverwaltung deaktivert wurde, wenn er den Test nicht besteht. Wird dies nicht durchgeführt, schaltet VMware DPM möglicherweise Hosts aus, die es anschließend nicht mehr einschalten kann.

Vorgehensweise

1 Klicken Sie im vSphere-Client auf den Befehl **[In den Standby-Modus wechseln]** auf der Registerkarte **[Übersicht]** des Hosts.

Diese Aktion fährt den Host herunter.

2 Versuchen Sie, den Host aus dem Standby-Modus zu holen, indem Sie auf den Befehl **[Einschalten]** auf der Registerkarte **[Übersicht]** des Hosts klicken.

3 Achten Sie darauf, dass der Host wieder erfolgreich eingeschaltet wird.

4 Wählen Sie jeden Host, der den Standby-Modus nicht erfolgreich verlässt, auf der Seite **[Hostoptionen]** des Dialogfelds „Clustereinstellungen“ aus und ändern Sie dessen Einstellung für **[Energieverwaltung]** in „Deaktiviert“.

Nach Durchführung dieser Schritte, hält VMware DPM den Host nicht für einen Kandidat, der ausgeschaltet werden soll.

Aktivieren von VMware DPM für einen DRS-Cluster

Nachdem Sie die Konfigurations- oder Testschritte durchgeführt haben, die von dem auf den jeweiligen Hosts verwendeten Wake-Protokoll benötigt werden, können Sie VMware DPM aktivieren.

Konfigurieren Sie hierzu die Automatisierungsebene für Energieverwaltung, den Schwellenwert und die Außerkraftsetzungen auf Hostebene. Diese Einstellungen werden unter **[Energieverwaltung]** im Dialogfeld Einstellungen des Clusters konfiguriert.

Automatisierungsebene

Ob die von VMware DPM generierte Empfehlungen zum Energiestatus des Hosts und zur Migration automatisch angewendet werden, hängt von der für die Funktion ausgewählte Automatisierungsebene für die Energieverwaltung ab.

Die Automatisierungsebene wird unter **[Energieverwaltung]** im Dialogfeld Einstellungen des Clusters konfiguriert. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- Aus – Die Funktion ist deaktiviert, es werden keine Empfehlungen gegeben.
- Manuell – Es werden Empfehlungen zum Betriebsvorgang des Hosts und zur verbundenen VM-Migration gemacht, die Empfehlungen werden jedoch nicht automatisch angewendet. Diese Empfehlungen erscheinen auf der Registerkarte **[DRS]** des Clusters im vSphere-Client.
- Automatisch – Betriebszustandsänderungen des Hosts werden automatisch ausgeführt, wenn alle damit verbundene Migrationen virtueller Maschinen automatisch ausgeführt werden können.

Hinweis Die Automatisierungsebene der Energieverwaltung ist nicht identisch mit der DRS-Automatisierungsebene.

VMware DPM-Schwellenwert

Den von der VMware DPM-Funktion generierten Betriebszustandsempfehlungen (Host einschalten oder ausschalten) werden Prioritäten der Ebene 1 bis 5 zugewiesen.

Diese Prioritätsebenen basieren auf der Über- oder Unterbeanspruchung im DRS-Cluster und der erwarteten Verbesserung durch die vorgesehene Änderung im Betriebszustand des Hosts. Eine Empfehlung der obersten Prioritätsebene ist verpflichtend, während eine Empfehlung der untersten Prioritätsebene nur eine geringfügige Verbesserung bewirkt.

Der Schwellenwert wird im Dialogfeld **[Einstellungen]** des Clusters unter Energieverwaltung konfiguriert. Jede Ebene, um die Sie den Schieberegler für den VMware DPM-Schwellenwert nach rechts verschieben, ermöglicht die Aufnahme einer weiteren Prioritätsebene in die Gruppe der Empfehlungen, die automatisch ausgeführt werden bzw. als Empfehlungen ausgegeben werden und manuell ausgeführt werden müssen. Bei der Einstellung „Konservativ“ werden nur Empfehlungen mit der höchsten Prioritätsstufe erzeugt, bei der nächsten Stufe rechts daneben werden Empfehlungen ab der zweithöchsten Prioritätsstufe aufwärts erzeugt usw., bis hin zur Stufe „Aggressiv“, die Empfehlungen ab der Prioritätsstufe 5 erzeugt (d. h., alle Empfehlungen werden erzeugt).

Hinweis Der DRS-Schwellenwert und der VMware DPM-Schwellenwert sind im Wesentlichen voneinander unabhängig. Sie können die Aggressivität der Migration bzw. die Empfehlungen für den Betriebszustand des Hosts auseinanderhalten.

Außerkraftsetzungen auf Hostebene

Wenn Sie VMware DPM in einem DRS-Cluster aktivieren, übernehmen standardmäßig alle Hosts im Cluster dessen VMware DPM-Automatisierungsebene.

Sie können diesen Standardwert für einen einzelnen Host überschreiben, indem Sie die Seite **[Hostoptionen]** des Hosts im Dialogfeld Einstellungen des Clusters auswählen und auf dessen Einstellung für die **[Energieverwaltung]** klicken. Sie können diese Einstellung in die folgenden Optionen ändern:

- Deaktiviert
- Manuell
- Automatisch

Hinweis Ändern Sie nicht die Energieverwaltungseinstellung eines Hosts, wenn sie aufgrund eines Fehlschlags beim Testen des Beendens des Standby-Modus auf „Deaktiviert“ gesetzt wurde.

Nach dem Aktivieren und Ausführen von VMware DPM können Sie dessen ordnungsgemäße Funktion überprüfen, indem Sie die Angaben unter **[Letztes Beenden des Standby-Modus]** für die einzelnen Hosts prüfen, die auf der Seite **[Hostoptionen]** im Dialogfeld „Einstellungen“ des Clusters und auf der Registerkarte **[Hosts]** für jeden Cluster angezeigt werden. Dieses Feld zeigt einen Zeitstempel an und gibt außerdem an, ob der letzte Versuch von vCenter Server, den Host aus dem Standby-Modus zu holen, **[erfolgreich]** war oder **[fehlgeschlagen]** ist. Wenn bislang kein derartiger Versuch unternommen wurde, zeigt das Feld **[Nie]** an.

Hinweis Die Zeiten für das Feld **[Letztes Beenden des Standby-Modus]** werden dem vCenter Server-Ereignisprotokoll entnommen. Wenn dieses Protokoll gelöscht wird, werden die Zeiten auf **[Nie]** zurückgesetzt.

Überwachen von VMware DPM

Sie können in vCenter Server ereignisbasierte Alarme zum Überwachen von VMware DPM verwenden.

Der schwerwiegendste potenzielle Fehler, der bei der Verwendung von VMware DPM auftreten kann, besteht darin, dass ein Host nicht aus dem Standby-Modus geholt werden kann, wenn seine Kapazität vom DRS-Cluster benötigt wird. Wenn dieser Fehler auftritt, können Sie die Instanzen überwachen, indem Sie den vorkonfigurierten Alarm **[Fehler bei Standby-Beendigung]** in vCenter Server verwenden. Sie können diesen Alarm so konfigurieren, dass eine E-Mail mit einer Warnung an den Administrator oder mithilfe einer SNMP-Trap eine Benachrichtigung gesendet wird, wenn VMware DPM einen Host nicht aus dem Standby-Modus holen kann (vCenter Server-Ereignis `DrsExitStandbyModeFailedEvent`). Standardmäßig wird dieser Alarm gelöscht, sobald vCenter Server eine Verbindung zu diesem Host herstellen kann.

Zum Überwachen der VMware DPM-Aktivität können Sie auch Alarme für die folgenden vCenter Server-Ereignisse erstellen.

Tabelle 6-1. vCenter Server-Ereignisse

Ereignistyp	Ereignisname
Wechsel in den Standby-Modus (Ausschalten des Hosts steht unmittelbar bevor)	`DrsEnteringStandbyModeEvent`
Erfolgreich in Standby-Modus gewechselt (Ausschalten des Hosts erfolgreich)	`DrsEnteredStandbyModeEvent`
Standby-Modus wird beendet (Einschalten des Hosts steht unmittelbar bevor)	`DrsExitingStandbyModeEvent`
Standby-Modus wurde erfolgreich beendet (Einschalten erfolgreich)	`DrsExitedStandbyModeEvent`

Weitere Informationen zum Erstellen und Bearbeiten von Alarmen finden Sie im Handbuch *Grundlegende Systemverwaltung*.

Falls Sie andere Überwachungssoftware als vCenter Server verwenden und diese Software beim unerwarteten Ausschalten physischer Hosts Alarme auslöst, kann es sein, dass falsche Alarme generiert werden, wenn VMware DPM einen Host in den Standby-Modus versetzt. Wenn Sie keine derartigen Alarme erhalten möchten, wenden Sie sich an Ihren Anbieter, damit eine Version der Überwachungssoftware bereitgestellt wird, die in vCenter Server integriert ist. Sie können auch vCenter Server selbst als Überwachungslösung verwenden, da VMware DPM ab vSphere 4.x von diesem erkannt wird und keine falschen Alarme dieser Art ausgelöst werden.

Anzeigen von DRS-Clusterinformationen 7

Informationen über einen DRS-Cluster stehen Ihnen in den Registerkarten **[Übersicht]** und **[DRS]** im vSphere-Client zur Verfügung. Zudem können Sie die DRS-Empfehlungen anwenden, die auf der Registerkarte **[DRS]** aufgeführt werden.

Dieses Kapitel behandelt die folgenden Themen:

- „Anzeigen der Registerkarte „Übersicht“ des Clusters“, auf Seite 75
- „Verwenden der Registerkarte „DRS““, auf Seite 77

Anzeigen der Registerkarte „Übersicht“ des Clusters

Auf die Registerkarte Übersicht eines Clusters können Sie im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients zugreifen.

Die Abschnitte „Allgemein“, „VMware DRS“ und „VMware DRS-Ressourcenverteilung“ dieser Registerkarte enthalten nützliche Informationen über die Konfiguration und den Betrieb Ihres Clusters. Im Folgenden werden die in diesen Abschnitten enthaltenen Felder beschrieben.

Registerkarte „Übersicht“ des Clusters - Abschnitt „Allgemein“

Im Abschnitt „Allgemein“ der Registerkarte „Übersicht“ des Clusters werden grundlegende Informationen zum Cluster angezeigt.

Tabelle 7-1. Abschnitt "Allgemeines"

Feld	Beschreibung
VMware DRS	Gibt an, ob VMware DRS aktiviert oder deaktiviert ist.
VMware HA	Gibt an, ob VMware HA aktiviert oder deaktiviert ist.
VMware EVC-Modus	Gibt an, ob die EVC-Funktion (Enhanced VMotion Compatibility) aktiviert ist oder nicht.
CPU-Ressourcen insgesamt	Die diesem Cluster insgesamt zugewiesenen CPU-Ressourcen.
Gesamtarbeitsspeicher	Die diesem Cluster insgesamt zugewiesenen Arbeitsspeicher-Ressourcen.
Gesamtanzahl an Hosts	Gesamtanzahl an Hosts in diesem Cluster.
Prozessoren insgesamt	Gesamtanzahl an Prozessoren in allen Hosts in diesem Cluster.
Anzahl an virtuellen Maschinen	Gesamtanzahl an virtuellen Maschinen in diesem Cluster.
Migrationen insgesamt unter Verwendung von VMotion	Die Anzahl der Migrationen, die im Cluster durchgeführt wurden.

Registerkarte „Übersicht“ des Clusters - Abschnitt „VMware DRS“

Der Abschnitt „VMware DRS“ wird nur dann auf der Registerkarte „Übersicht“ des Clusters angezeigt, wenn VMware DRS aktiviert ist.

Tabelle 7-2. Abschnitt "VMware DRS"

Feld	Beschreibung
Automatisierungsebene für Migration	Manuell, Teilautomatisiert, Vollautomatisiert.
Automatisierungsebene für Energieverwaltung	Aus, Manuell, Automatisch.
DRS-Empfehlungen	Anzahl der DRS-Migrationsempfehlungen, die auf eine Benutzerbestätigung warten. Wenn der Wert nicht 0 ist, wird die Seite „Empfehlungen“ der **[DRS]** -Registerkarte des Clusters geöffnet.
DRS-Fehler	Anzahl der aktuell ausstehenden DRS-Fehler. Wenn der Wert nicht 0 ist, wird die Seite „Fehler“ der **[DRS]** -Registerkarte des Clusters geöffnet.
Migrationsschwellenwert	Gibt die Prioritätsstufe der anzuwendenden oder zu erzeugenden Migrationsempfehlungen an.
Standardabweichung bei der Belastung des Zielhosts	Ein Wert, der aus der Einstellung für den Migrationsschwellenwert abgeleitet wird, die den Wert angibt, unter dem das Lasten-Ungleichgewicht beibehalten wird.
Aktuelle Standardlastabweichung des Hosts	Ein Wert, der das aktuelle Lasten-Ungleichgewicht im Cluster angibt. Dieser Wert sollte unter dem Wert für die Standardabweichung bei der Belastung des Zielhosts liegen, es sei denn, nicht übernommene DRS-Empfehlungen oder Einschränkungen verhindern das Erreichen dieses Werts.
Ressourcenverteilungsdiagramm anzeigen	Öffnet das Ressourcenverteilungsdiagramm mit Informationen zur CPU- und Arbeitsspeichernutzung.

VMware DRS-Ressourcenverteilungsdiagramm

Das VMware DRS-Ressourcenverteilungsdiagramm zeigt Informationen zur CPU- und Arbeitsspeichernutzung an.

Öffnen Sie dieses Diagramm, indem Sie auf den Link zum Anzeigen des Diagramms für Ressourcenverteilung auf der Registerkarte **[Übersicht]** eines VMware DRS-Clusters klicken.

CPU-Nutzung

Die CPU-Nutzung wird pro virtueller Maschine nach Host gruppiert angezeigt. Das Diagramm liefert Informationen zu jeder virtuellen Maschine in Form eines farbigen Felds, das den Prozentsatz der für die VM reservierten Ressourcen (wie durch DRS berechnet) symbolisiert. Wenn die virtuelle Maschine ihre Reservierungen erhält, wird dieses Feld grün dargestellt. Wenn es für längere Zeit nicht grün ist, sollten Sie überprüfen, was diesen Ausfall verursacht (beispielsweise nicht übernommene Empfehlungen).

Wenn Sie den Mauszeiger über das Feld für eine virtuelle Maschine halten, werden deren Nutzungsinformationen (belegt im Vergleich zu Reservierungen) angezeigt.

Sie können die Anzeige von CPU-Ressourcen zwischen % und MHz wechseln, indem Sie auf die entsprechende Schaltfläche klicken.

Arbeitsspeichernutzung

Die Arbeitsspeichernutzung wird pro virtueller Maschine nach Host gruppiert angezeigt.

Wenn Sie den Mauszeiger über das Feld für eine virtuelle Maschine halten, werden deren Nutzungsinformationen (belegt im Vergleich zu Reservierungen) angezeigt.

Sie können die Anzeige von Arbeitsspeicherressourcen zwischen % und MB wechseln, indem Sie auf die entsprechende Schaltfläche klicken.

Verwenden der Registerkarte „DRS“

Die Registerkarte DRS ist verfügbar, wenn Sie im vSphere-Client ein DRS-Clusterobjekt aus dem Bestandslistenfenster auswählen.

Diese Registerkarte zeigt Informationen über die DRS-Empfehlungen zu diesem Cluster an, über die Fehler, die beim Übernehmen dieser Empfehlungen aufgetreten sind, und über den Verlauf der DRS-Aktionen. Diese Registerkarte enthält drei Seiten. Dies sind die Seiten „Empfehlungen“, „Fehler“ und „Verlauf“.

Seite „DRS-Empfehlungen“

Sie erreichen diese Seite, indem Sie auf der Registerkarte DRS auf die Schaltfläche **[Empfehlungen]** klicken.

Die Seite „Empfehlungen“ der Registerkarte DRS zeigt die folgenden Clustereigenschaften an.

Tabelle 7-3. Seite „DRS-Empfehlungen“

Feld	Beschreibung
Automatisierungsebene für Migration	Automatisierungsebene für die Migrationsempfehlungen virtueller DRS-Maschinen. **[Vollautomatisiert]** , **[Teilautomatisiert]** oder **[Manuell]** .
Automatisierungsebene für Energieverwaltung	Automatisierungsebene für VMware DPM-Empfehlungen. **[Aus]** , **[Manuell]** oder **[Automatisch]** .
Migrationsschwellenwert	Prioritätsstufe (oder höher) der anzuwendenden DRS-Empfehlungen.
Schwellenwert für die Energieverwaltung	Prioritätsstufe (oder höher) der anzuwendenden VMware-DPM-Empfehlungen.

Im Abschnitt „DRS-Empfehlungen“ auf dieser Seite werden die aktuellen Empfehlungen angezeigt, die für die Optimierung der Ressourcennutzung im Cluster durch Migrationen oder Energieverwaltung generiert wurden. Nur manuelle Empfehlungen, die eine Benutzerbestätigung erfordern, werden in dieser Liste aufgeführt.

Aktionen, die Sie auf dieser Seite ausführen können:

- Um die Empfehlungen zu aktualisieren, klicken Sie auf **[DRS ausführen]** . Die Empfehlungen werden aktualisiert. Dieser Befehl steht auf allen drei DRS-Seiten zur Verfügung.
- Klicken Sie auf **[Empfehlungen übernehmen]** , um alle Empfehlungen zu übernehmen.
- Wenn Sie eine Untermenge an Empfehlungen übernehmen möchten, aktivieren Sie das Kontrollkästchen **[DRS-Empfehlungen außer Kraft setzen]** . Dadurch werden die **[Übernehmen]** -Kontrollkästchen neben der jeweiligen Empfehlung aktiviert. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen neben der gewünschten Empfehlung und klicken Sie auf **[Empfehlungen übernehmen]** .

Tabelle 7-4 zeigt die Informationen an, die DRS für jede Empfehlung bereitstellt.

Tabelle 7-4. Informationen zu DRS-Empfehlungen

Spalte	Beschreibung
Priorität	Prioritätsstufe (1-5) für die Empfehlung. Die höchste Priorität (Priorität 1) steht für eine obligatorische Verschiebung, da entweder ein Host in den Wartungs- oder Standby-Modus versetzt oder eine DRS-Regel verletzt wird. Andere Prioritätsbewertungen weisen darauf hin, welche Leistungssteigerung des Clusters durch die Empfehlung erreicht werden könnte. Diese Bewertungen gehen von Priorität 2 (erhebliche Steigerung) bis hin zu Priorität 5 (geringe Steigerung). In Versionen vor ESX/ESXi 4.0 erhielten Empfehlungen anstelle einer Prioritätsstufe eine Bewertung mit Sternen (1 bis 5 Sterne). Je höher die Anzahl der Sterne, umso wünschenswerter die Verschiebung. Weitere Informationen über die Berechnung von Prioritätsstufen finden Sie in dem VMware-Knowledgebase-Artikel unter http://kb.vmware.com/kb/1007485.
Empfehlung	Die von DRS enpfohlene Aktion. Der Inhalt dieser Spalte hängt von der Art der Empfehlung ab. ■ Für Migrationen virtueller Maschinen: der Name der zu migrierenden virtuellen Maschine, der Quellhost (auf dem die virtuelle Maschine derzeit ausgeführt wird) und der Zielhost (auf den die virtuelle Maschine migriert wird). ■ Für Änderungen des Hostbetriebszustands: der Name des Hosts, der ein- bzw. ausgeschaltet werden soll.
Grund	Grund für die Empfehlung, dass Sie die virtuelle Maschine migrieren oder den Betriebszustand des Hosts in einen anderen Zustand überführen sollten. Die Gründe können sich auf Folgendes beziehen. ■ Ausgleichen durchschnittlicher CPU- oder Arbeitsspeicherlasten. ■ Einhalten einer DRS-Regel (Affinitäts- oder Anti-Affinitätsregel). ■ Wechseln eines Hosts in den Wartungsmodus. ■ Verringern des Energieverbrauchs. ■ Ausschalten eines bestimmten Hosts. ■ Erhöhen der Clusterkapazität. ■ Ausgleichen von CPU- oder Arbeitsspeicherreservierungen. ■ Nicht reservierte Kapazität beibehalten.

DRS-Empfehlungen können nur über vCenter Server konfiguriert werden. Migrationen sind nicht verfügbar, wenn Sie den vSphere-Client direkt mit ESX/ESXi-Hosts verbinden. Um die Migrationsfunktionen verwenden zu können, muss der Host von vCenter Server verwaltet werden.

Seite „DRS-Fehler“

Auf der Seite **[Fehler]** der Registerkarte „DRS“ werden die Fehler angezeigt, die die Empfehlung einer DRS-Aktion (im manuellen Modus) oder die Anwendung einer DRS-Empfehlung (im automatischen Modus) verhindert hat.

Sie erreichen diese Seite, indem Sie auf der Registerkarte DRS auf die Schaltfläche **[Fehler]** klicken.

Sie können die angezeigten Probleme anhand des Textfelds „enthält“ bearbeiten. Sie können die Suchkriterien (Uhrzeit, Problem, Ziel) im Dropdown-Listenfeld neben dem Textfeld auswählen und eine entsprechende Zeichenfolge eingeben.

Sie können auf ein Problem klicken, um zusätzliche Details, wie z. B. bestimmte Fehler und die Empfehlungen, die ihn verhindert haben, anzuzeigen. Wenn Sie auf den Namen eines Fehlers klicken, stellt das „DRS-Handbuch zur Fehlerbehebung“ eine detaillierte Beschreibung des Fehlers zur Verfügung. Sie können auch über die Seite **[Fehler]** auf das Handbuch zugreifen, indem Sie auf **[DRS-Handbuch zur Fehlerbehebung anzeigen]** klicken.

Für jeden Fehler liefert DRS Informationen, die unter Tabelle 7-5 zur Verfügung stehen.

Tabelle 7-5. Seite „DRS-Fehler“

Feld	Beschreibung
Uhrzeit	Zeitpunkt, wann der Fehler aufgetreten ist.
Problem	Beschreibung der Bedingung, die das Erstellen oder die Übernahme der Empfehlung verhindert hat. Wenn Sie dieses Feld auswählen, werden umfangreichere Informationen zu den zugeordneten Fehlern im Feld „Details zum Problem“ angezeigt.
Ziel	Ziel der beabsichtigten Aktion.

Verlaufsseite „DRS“

Die Verlaufsseite der Registerkarte DRS zeigt die letzten Aktionen an, die als Folge der DRS-Empfehlungen ausgeführt wurden.

Sie erreichen diese Seite, indem Sie auf der Registerkarte DRS auf die Schaltfläche **[Verlauf]** klicken.

Für jede Aktion liefert DRS Informationen, die unter Tabelle 7-6 zur Verfügung stehen.

Tabelle 7-6. Verlaufsseite „DRS“

Feld	Beschreibung
DRS-Aktionen	Details der ausgeführten Aktion.
Uhrzeit	Zeitpunkt, wann die Aktion ausgeführt wurde.

Standardmäßig werden die Informationen auf dieser Seite für vier Stunden aufbewahrt und sie werden über Sitzungen hinweg beibehalten (Sie können sich abmelden - die Informationen stehen Ihnen nach der erneuten Anmeldung weiter zur Verfügung.)

Sie können die Anzeige der zuletzt ausgeführten Aktionen anhand des Textfelds „enthält“ bearbeiten. Sie können die Suchkriterien (DRS-Aktionen, Uhrzeit) im Dropdown-Listenfeld neben dem Textfeld auswählen und eine entsprechende Zeichenfolge eingeben.

Verwenden von NUMA-Systemen mit ESX/ESXi

8

ESX/ESXi unterstützt die Optimierung des Arbeitsspeicherzugriffs für Intel- und AMD Opteron-Prozessoren in Serverarchitekturen mit NUMA-Unterstützung (Non Uniform Memory Access).

Wenn Sie verstanden haben, wie das Planen von ESX/ESXi-NUMA durchgeführt wird und wie VMware-NUMA-Algorithmen funktionieren, können Sie NUMA-Steuerungen festlegen, um die Leistung Ihrer virtuellen Maschinen zu optimieren.

Dieses Kapitel behandelt die folgenden Themen:

- „Was ist NUMA?“, auf Seite 81
- „So funktioniert die ESX/ESXi-NUMA-Planung“, auf Seite 82
- „VMware NUMA-Optimierungsalgorithmen und -einstellungen“, auf Seite 83
- „Ressourcenverwaltung in NUMA-Architekturen“, auf Seite 85
- „Angeben von NUMA-Steuerelementen“, auf Seite 86

Was ist NUMA?

NUMA-Systeme sind erweiterte Serverplattformen mit mehr als einem Systembus. Sie können eine große Anzahl an Prozessoren in einem einzigen System-Image nutzen und bieten dabei ein attraktives Preis-Leistungs-Verhältnis.

Innerhalb der letzten zehn Jahre ist die Prozessortaktfrequenz deutlich angestiegen. Eine CPU mit mehreren Gigahertz muss jedoch mit einer sehr umfangreichen Arbeitsspeicherbandbreite ausgestattet sein, um seine Prozessorleistung effektiv nutzen zu können. Selbst eine einzelne CPU, die eine arbeitsspeicherintensive Arbeitslast ausführt (z. B. eine wissenschaftliche Rechenanwendung), kann durch die Arbeitsspeicherbandbreite eingeschränkt werden.

Dieses Problem tritt bei symmetrischen Multiprozessorsystemen (SMP) verstärkt auf, da zahlreiche Prozessoren auf demselben Systembus um die verfügbare Bandbreite konkurrieren müssen. Einige High-End-Systeme versuchen häufig dieses Problem durch das Erstellen eines Hochgeschwindigkeits-Datenbusses zu lösen. So eine Lösung ist jedoch teuer und in ihrer Skalierbarkeit beschränkt.

NUMA ist ein alternativer Ansatz, der kleine kostengünstige Knoten über eine Hochleistungsverbindung verknüpft. In jedem Knoten sind sowohl Prozessoren als auch Arbeitsspeicher enthalten, ähnlich wie in einem kleinen SMP-System. Mithilfe eines erweiterten Arbeitsspeicher-Controllers kann ein Knoten jedoch den Arbeitsspeicher aller anderen Knoten nutzen und ein einziges System-Image erstellen. Greift ein Prozessor auf Arbeitsspeicher zu, der sich nicht innerhalb seines eigenen Knoten befindet (Remotearbeitsspeicher), müssen die Daten über die NUMA-Verbindung übertragen werden. Dieser Vorgang ist langsamer als der Zugriff auf lokalen Arbeitsspeicher. Abhängig davon, wo sich der Arbeitsspeicher befindet, sind die Arbeitsspeicherzugriffszeiten nicht einheitlich, wie der Name der Technologie bereits sagt.

Herausforderungen für Betriebssysteme

Da eine NUMA-Architektur ein einziges System-Image liefert, kann sie ein Betriebssystem oft ohne besondere Optimierungen ausführen. So wird beispielsweise Windows 2000 vollständig auf dem IBM x440 unterstützt, obwohl das Betriebssystem nicht für die Verwendung mit NUMA konzipiert wurde.

Bei der Verwendung eines solchen Betriebssystems auf einer NUMA-Plattform gibt es jedoch zahlreiche Nachteile. Die hohe Latenz von Remotespeicherzugriffen kann dazu führen, dass die Auslastung der Prozessoren zu niedrig ist und diese konstant auf Daten warten, die auf den lokalen Knoten übertragen werden sollen. Die NUMA-Verbindung kann zu einem Engpass für Anwendungen mit einem hohen Bedarf an Arbeitsspeicherbandbreite werden.

Außerdem kann die Leistung solcher Systeme in hohem Maße variieren. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn sich der Arbeitsspeicher einer Anwendung lokal auf einer Benchmark-Ausführung befindet und bei einer nachfolgende Ausführung der gesamte Arbeitsspeicher auf einem Remoteknoten platziert wird. Dieses Phänomen kann die Kapazitätsplanung erschweren. Schließlich kann es sein, dass die Taktfrequenzen der Prozessoren zwischen mehreren Knoten nicht synchronisiert sind und das das Verhalten der Anwendungen, die den Takt direkt ablesen, deshalb möglicherweise fehlerhaft ist.

Einige High-End-UNIX-Systeme unterstützen NUMA-Optimierungen in ihren Kompilierprogrammen und Programmbibliotheken. Aufgrund dieser Unterstützung müssen Softwareentwickler ihre Programme für eine optimale Leistung abstimmen und neu kompilieren. Die Optimierungen für ein bestimmtes System funktionieren nicht unbedingt auch in Verbindung mit der nächsten Generation dieses Systems. Andere Systeme sehen vor, dass ein Administrator explizit entscheidet, auf welchem Knoten eine bestimmte Anwendung ausgeführt werden soll. Während dieser Ansatz für bestimmte Anwendungen durchaus annehmbar ist, die einen 100 % lokalen Arbeitsspeicher erfordern, kann er bei variablen Arbeitslasten zu einer administrativen Herausforderung werden und zu einem Ungleichgewicht zwischen einzelnen Knoten führen.

Im Idealfall bietet die Systemsoftware eine transparente NUMA-Unterstützung, damit die Anwendungen unmittelbar und ohne Änderungen davon profitieren können. Das System sollte die Verwendung des lokalen Arbeitsspeichers maximieren und die Programme intelligent planen, ohne dass hierfür ein permanenter Eingriff durch den Administrator erforderlich ist. Schließlich muss das System problemlos auf geänderte Bedingungen ohne Beeinträchtigungen von Gleichgewicht oder Leistung reagieren.

So funktioniert die ESX/ESXi-NUMA-Planung

ESX/ESXi verwendet einen ausgereiften NUMA-Scheduler, um die Prozessorlast und die Vielfachbelegung des Arbeitsspeichers bzw. den ProzessorLastenausgleich dynamisch auszugleichen.

1 Jede von NUMA-Scheduler verwaltete virtuelle Maschine wird ein Stammknoten zugewiesen. Ein Stammknoten ist einer der NUMA-Knoten des Systems, der Prozessoren und lokalen Arbeitsspeicher enthält, wie in der Tabelle für die Zuteilung von Systemressourcen (SRAT) angegeben.

2 Bei der Zuteilung von Arbeitsspeicher zu virtuellen Maschine weist der ESX/ESXi-Host diesen vorzugsweise aus dem Stammknoten zu.

3 Der NUMA-Scheduler kann den Stammknoten einer virtuellen Maschine dynamisch ändern, um auf Änderungen in der Systemlast zu reagieren. Der Scheduler kann eine virtuelle Maschine auch auf einen neuen Stammknoten migrieren, um ein Ungleichgewicht der Prozessorlast zu verringern. Weil hierzu möglicherweise auf einen größeren Anteil an Remotearbeitsspeicher für die virtuelle Maschine zugegriffen wird, kann der Scheduler den Arbeitsspeicher der virtuellen Maschine dynamisch auf ihren neuen Stammknoten migrieren, um so die Arbeitsspeicherbelegung zu verbessern. Darüber hinaus lassen sich virtuelle Maschinen mit dem NUMA-Scheduler zwischen den einzelnen Knoten auslagern, wenn dadurch die Arbeitsspeicherbelegung insgesamt verbessert wird.

Einige virtuelle Maschinen werden nicht durch den NUMA-Scheduler von ESX/ESXi verwaltet. Wenn Sie beispielsweise die Prozessoraffinität für eine virtuelle Maschine manuell festlegen, kann diese virtuelle Maschine möglicherweise nicht durch den NUMA-Scheduler verwaltet werden. Virtuelle Maschinen, deren Anzahl an virtuellen Prozessoren höher ist als die Anzahl an auf einem einzelnen Hardwareknoten verfügbaren physischen Prozessorkernen, können nicht automatisch verwaltet werden. Virtuelle Maschinen, die nicht über den NUMA-Scheduler verwaltet werden, können dennoch ordnungsgemäß ausgeführt werden. Sie profitieren jedoch nicht von ESX/ESXi-NUMA-Optimierungen.

Durch die NUMA-Planung und Platzierungsrichtlinien für Arbeitsspeicher innerhalb von ESX/ESXi können alle virtuellen Maschinen transparent verwaltet werden, sodass sich der Administrator nicht mit dem komplexen Verfahren zum expliziten Ausgleichen virtueller Maschinen zwischen den Knoten auseinandersetzen muss.

Die Optimierungen funktionieren nahtlos und unabhängig vom Gastbetriebssystemtyp. ESX/ESXi bietet selbst für virtuelle Maschinen NUMA-Unterstützung, die keine NUMA-Hardware unterstützen (z. B. Windows NT 4.0). Daher können Sie auch die Vorteile neuer Hardware mit Legacy-Betriebssystemen nutzen.

VMware NUMA-Optimierungsalgorithmen und -einstellungen

In diesem Abschnitt werden die von VMware ESX/ESXi verwendeten Algorithmen und Einstellungen beschrieben, die zur Leistungssteigerung von Anwendungen unter Einhaltung der Ressourcengarantien eingesetzt werden.

Stammknoten und anfängliche Platzierung

Beim Einschalten einer virtuellen Maschine wird ihr durch ESX/ESXi ein Stammknoten zugewiesen. Eine virtuelle Maschine wird nur auf Prozessoren innerhalb ihres Stammknotens ausgeführt; neu zugeteilter Arbeitsspeicher stammt ebenfalls aus diesem Stammknoten.

Die virtuelle Maschine nutzt deshalb – sofern sich der Stammknoten nicht ändert – ausschließlich lokalen Arbeitsspeicher, um so Leistungsbeeinträchtigungen durch Remotezugriffe auf Arbeitsspeicher anderer NUMA-Knoten zu vermeiden.

Neuen virtuellen Maschinen werden Stammknoten zunächst nach der Round Robin-Methode zugewiesen, d. h. die erste virtuelle Maschine erhält den ersten Knoten, die zweite den zweiten Knoten usw. Durch diese Richtlinie wird sichergestellt, dass der Arbeitsspeicher über alle Knoten des Systems gleichmäßig genutzt wird.

Verschiedene Betriebssysteme, wie z. B. Windows 2003 Server, bieten eine derartige NUMA-Unterstützung, die als anfängliche Platzierung bezeichnet wird. Sie kann bei Systemen ausreichend sein, die nur eine einzige Arbeitslast ausführen, z. B. eine Benchmark-Konfiguration, die sich im Laufe der Systembetriebszeit nicht ändert. Die anfängliche Platzierung ist jedoch nicht ausgereift genug, um eine gute Leistung und ein gutes Gleichgewicht bei Datencentersystemen zu gewährleisten, die für die Unterstützung variabler Arbeitslasten vorgesehen sind.

Das folgende Beispiel veranschaulicht die Schwachstellen eines Systems, das nur über Fähigkeiten zur anfänglichen Platzierung verfügt: ein Administrator startet vier virtuelle Maschinen, von denen zwei durch das System auf dem ersten Knoten platziert werden. Die verbleibenden zwei virtuellen Maschinen werden auf dem zweiten Knoten platziert. Wenn beide virtuellen Maschinen des zweiten Knotens angehalten werden oder sich im Leerlauf befinden, ist das System nicht ausgeglichen, da die gesamte Last auf dem ersten Knoten liegt. Auch wenn das System die Remoteausführung einer der verbleibenden virtuellen Maschinen auf dem zweiten Knoten zulässt, wäre die Leistung deutlich beeinträchtigt, da sich der gesamte Arbeitsspeicher der virtuellen Maschine nach wie vor auf dem ersten Knoten befinden würde.

Dynamischer Lastenausgleich und Seitenmigration

ESX/ESXi kombiniert den herkömmlichen Ansatz zur anfänglichen Platzierung mit einem dynamischen Neuverteilungsalgorithmus. Das System untersucht regelmäßig (standardmäßig alle zwei Sekunden) die Lasten auf den verschiedenen Knoten und bestimmt, ob eine neue Lastverteilung durch Verschieben einer virtuellen Maschine auf einen anderen Knoten sinnvoll ist.

Bei dieser Berechnung werden die Ressourceneinstellungen der virtuellen Maschinen und Ressourcenpools berücksichtigt, damit die Leistung verbessert werden kann, ohne das Gleichgewicht zu beeinträchtigen oder Ressourcenberechtigungen zu verletzen.

Bei der Neuverteilung wird eine geeignete virtuelle Maschine gewählt, der als neuer Stammknoten der Knoten mit der geringsten Last zugewiesen wird. Soweit möglich, verschiebt das Neuverteilungsprogramm eine virtuelle Maschine, deren Arbeitsspeicher sich bereits teilweise auf dem Zielknoten befindet. Von diesem Zeitpunkt an wird der virtuellen Maschine (sofern sie nicht erneut verschoben wird) Arbeitsspeicher des neuen Stammknotens zugeteilt, und sie wird ausschließlich auf den Prozessoren dieses neuen Stammknotens ausgeführt.

Die Neuverteilung ist eine effiziente Lösung, um das Gleichgewicht zu erhalten und sicherzustellen, dass alle Knoten vollständig genutzt werden. Möglicherweise muss das Neuverteilungsprogramm eine virtuelle Maschine auf einen Knoten verschieben, auf dem ihr nur wenig oder gar kein Arbeitsspeicher zugewiesen ist. In diesem Fall führt die große Anzahl an Remotespeicherzugriffen zu einem Leistungsabfall der virtuellen Maschine. ESX/ESXi kann diese Beeinträchtigung verhindern, indem auf transparente Weise Arbeitsspeicher des ursprünglichen Knotens der virtuellen Maschine auf den neuen Stammknoten migriert wird:

1 Das System wählt eine Seite (4 KB des zusammenhängenden Arbeitsspeichers) auf dem ursprünglichen Knoten und kopiert die darauf befindlichen Daten auf eine Seite des Zielknotens.

2 Das System verwendet die Überwachungsebene der virtuellen Maschine und die Arbeitsspeicher-Verwaltungshardware des Prozessors, um die Arbeitsspeicherübersicht der virtuellen Maschine nahtlos neu zuzuordnen. Diese Seite wird für künftige Referenzen auf dem Zielknoten verwendet, um so eine Beeinträchtigung durch den Remotespeicherzugriff zu vermeiden.

Sobald eine virtuelle Maschine auf einen neuen Knoten verschoben wird, wird durch ESX/ESXi umgehend eine derartige Arbeitsspeichermigration eingeleitet. ESX Server verwaltet die Frequenz, um eine Überanspruchung des Systems insbesondere dann zu vermeiden, wenn nur noch wenig Remotearbeitsspeicher für die virtuelle Maschine vorhanden ist oder der Zielknoten über wenig freien Arbeitsspeicher verfügt. Der Arbeitsspeicher-Migrationsalgorithmus stellt außerdem sicher, dass Arbeitsspeicher durch den ESX/ESXi-Host nicht unnötigerweise verschoben wird, wenn zum Beispiel eine virtuelle Maschine nur kurzzeitig auf einen neuen Knoten verschoben wird.

Wenn anfängliche Platzierung, dynamische Neuverteilung und intelligente Arbeitsspeichermigration gemeinsam zum Einsatz kommen, stellen sie auch bei variablen Arbeitslasten eine gute Arbeitsspeicherleistung auf NUMA-Systemen sicher. Bei Auftreten einer signifikanten Arbeitslaständerung, beispielsweise wenn neue virtuelle Maschinen gestartet werden, benötigt das System eine gewisse Zeit, um sich anzupassen und virtuelle Maschinen und Arbeitsspeicher an neue Standorte zu migrieren. Nach kurzer Zeit, normalerweise innerhalb weniger Sekunden oder Minuten, hat das System die Neuanpassungen abgeschlossen und befindet sich in einem stabilen Betriebszustand.

Für NUMA optimierte, transparente gemeinsame Seitennutzung

Bei vielen ESX/ESXi-Arbeitslasten bietet sich die gemeinsame Nutzung von Arbeitsspeicher durch alle virtuellen Maschinen an.

So können beispielsweise mehrere virtuelle Maschinen Instanzen desselben Gastbetriebssystems ausführen, gleiche Anwendungen oder Komponenten laden oder gemeinsame Daten enthalten. In solchen Fällen wendet ESX/ESXi ein eigenständiges transparentes Verfahren für die gemeinsame Nutzung von Seiten an, um redundante Kopien von Arbeitsspeicherseiten sicher zu eliminieren. Durch die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung ist der Arbeitsspeicherverbrauch durch die Arbeitslast einer virtuellen Maschine oftmals geringer als bei der Ausführung auf einer physischen Maschine. Folglich kann eine höhere Überbelegung effizient unterstützt werden.

Die transparente gemeinsame Seitennutzung für ESX/ESXi-Systeme wurde ebenfalls für die Verwendung auf NUMA-Systemen optimiert. Auf NUMA-Systemen werden die Seiten pro Knoten gemeinsam genutzt, sodass jeder NUMA-Knoten über eine eigene lokale Kopie der intensiv gemeinsam genutzten Seiten verfügt. Folglich müssen virtuelle Maschinen bei der Verwendung freigegebener Seiten nicht auf Remotearbeitsspeicher zugreifen.

Gemeinsame Nutzung von Arbeitsspeicherseiten innerhalb von und über NUMA-Knoten hinweg

Die VMkernel.Boot.sharePerNode-Option steuert, ob Arbeitsspeicherseiten nur innerhalb eines einzelnen NUMA-Knotens oder über mehrere NUMA-Knoten hinweg gemeinsam genutzt (dedupliziert) werden können.

VMkernel.Boot.sharePerNode ist standardmäßig aktiviert und identische Seiten werden nur in demselben NUMA-Knoten gemeinsam genutzt. Dies erhöht die Vielfachbelegung des Arbeitsspeichers, da alle Zugriffe auf gemeinsam genutzte Seiten lokalen Arbeitsspeicher verwenden.

Hinweis Dieses Standardverhalten ist in allen vorherigen Versionen von ESX identisch.

Wenn Sie die VMkernel.Boot.sharePerNode-Option aktivieren, können identische Seiten über mehrere NUMA-Knoten hinweg gemeinsam genutzt werden. Dies verbessert die gemeinsame Nutzung und sorgt für Deduplizierung, wodurch der Arbeitsspeicherverbrauch insgesamt auf Kosten der Vielfachbelegung des Arbeitsspeichers reduziert wird. In Umgebungen mit eingeschränkter Arbeitsspeichermenge, wie z. B. VMware View-Bereitstellungen, bieten viele ähnliche virtuelle Maschinen eine Möglichkeit zur Deduplizierung und die gemeinsame Nutzung von Seiten über NUMA-Knoten hinweg kann sich sehr vorteilhaft auswirken.

Ressourcenverwaltung in NUMA-Architekturen

Sie können Ressourcen mit verschiedenen Typen der NUMA-Architektur verwalten. Zu den Systemen, die eine NUMA-Plattform für die Unterstützung von Betriebssystemen gemäß Industriestandard bieten, gehören die auf CPUs von AMD oder der IBM Enterprise X-Architektur basierende Systeme.

IBM Enterprise X-Architektur

Eine Architektur, die NUMA unterstützt, ist die IBM Enterprise X-Architektur.

Die IBM Enterprise X-Architektur unterstützt Server mit bis zu vier Knoten (in der IBM-Terminologie auch als CECs oder SMP Expansion Complexes bezeichnet). Jeder Knoten kann bis zu vier Intel Xeon MP-Prozessoren, also insgesamt 16 CPUs, enthalten. Der IBM eServer x445 der nächsten Generation verwendet eine verbesserte Version der Enterprise X-Architektur und verfügt über acht Knoten mit bis zu vier Xeon MP-Prozessoren, also insgesamt 32 CPUs. Die dritte Generation von IBM eServer x460 bietet eine vergleichbare Skalierbarkeit, unterstützt jedoch auch Xeon MP-Prozessoren mit 64 Bit. Die hohe Skalierbarkeit dieser Systeme beruht auf dem NUMA-Design der Enterprise X-Architektur, das zusammen mit POWER4-basierten High-End-Servern der pSerie von IBM genutzt wird.

AMD Opteron-basierte Systeme

AMD Opteron-basierte Systeme, wie z. B. der ProLiant-Server DL585 von HP, bieten ebenfalls NUMA-Unterstützung.

Die BIOS-Einstellung für die Knotenverschachtelung bestimmt, ob sich das System eher wie ein NUMA-System oder wie ein UMA-System (Uniform Memory Architecture) verhält. Weitere Informationen finden Sie in der Kurzbeschreibung „HP ProLiant DL585 Server Technology“. Weitere Informationen finden Sie zudem auf der HP-Website im Benutzerhandbuch *HP ROM-Based Setup Utility User Guide*.

Standardmäßig ist die Knotenverschachtelung deaktiviert, sodass jeder Prozessor über seinen eigenen Arbeitsspeicher verfügt. Das BIOS erstellt eine Tabelle für die Systemressourcenzuteilung (SRAT), damit ESX/ESXi das System als NUMA-System erkennt und NUMA-Optimierungen anwendet. Wenn die Knotenverschachtelung aktiviert ist (auch bekannt als verschachtelter Arbeitsspeicher), erstellt das BIOS keine SRAT und ESX/ESXi erkennt das System nicht als NUMA-System.

Derzeit ausgelieferte Opteron-Prozessoren verfügen entweder über einen Kern oder zwei Kerne pro Buchse. Wenn der Knotenarbeitsspeicher aktiviert ist, wird bei der Aufteilung des Arbeitsspeichers auf dem Opteron-Prozessor jeder Buchse eine gewisser Anteil an lokalem Arbeitsspeicher zugeteilt. Die anderen Buchsen verfügen über einen Remotearbeitsspeicher. Die Opteron-Systeme mit einem Kern verfügen über einen einzigen Prozessor pro NUMA-Knoten und Opteron-Systeme mit zwei Kernen über zwei Prozessoren pro NUMA-Knoten.

Virtuelle SMP-Maschinen (mit zwei virtuellen Prozessoren) können sich nicht innerhalb eines NUMA-Knotens mit nur einem Kern befinden, z. B. in den Opteron-Prozessoren mit einem Kern. Das heißt auch, dass sie nicht durch den NUMA-Scheduler von ESX/ESXi verwaltet werden können. Virtuelle Maschinen, die nicht über den NUMA-Scheduler verwaltet werden, können dennoch ordnungsgemäß ausgeführt werden. Diese virtuellen Maschinen profitieren jedoch nicht von den NUMA-Optimierungen innerhalb von ESX/ESXi. Virtuelle Ein-Prozessor-Maschinen (mit einem einzigen virtuellen Prozessor) können sich innerhalb eines NUMA-Knotens befinden und werden automatisch durch den NUMA-Scheduler von ESX/ESXi verwaltet.

Hinweis Bei kleinen Opteron-Systemen ist die NUMA-Neuverteilung jetzt standardmäßig deaktiviert, um eine gleichmäßige Planung sicherzustellen. Mithilfe der Optionen Numa.RebalanceCoresTotal und Numa.RebalanceCoresNode kann dieses Verhalten geändert werden.

Angeben von NUMA-Steuerelementen

Falls Sie über arbeitsspeicherintensive Anwendungen oder wenige virtuelle Maschinen verfügen, können Sie die Leistung durch explizites Festlegen der CPU- und Arbeitsspeicherplatzierung für die virtuellen Maschinen optimieren.

Dies ist nützlich, wenn eine virtuelle Maschine eine arbeitsspeicherintensive Arbeitslast ausführt, z. B. eine arbeitsspeicherinterne Datenbank oder eine wissenschaftliche Rechenanwendung mit großen Datensätzen. Möglicherweise möchten Sie die NUMA-Platzierungen aber auch manuell optimieren, weil die Arbeitslast des Systems bekanntermaßen einfach und konsistent ist. So ist beispielsweise die explizite Optimierung eines Systems mit acht Prozessoren, auf dem acht virtuelle Maschinen mit ähnlichen Arbeitslasten ausgeführt werden, relativ einfach.

Hinweis In den meisten Fällen lässt sich mithilfe der automatischen NUMA-Optimierungen eines ESX/ESXi-Hosts eine gute Leistung erzielen.

ESX/ESXi bietet zwei Steuerelemente für die NUMA-Platzierung, sodass sowohl die Arbeitspeicher- als auch die Prozessorplatzierung einer virtuellen Maschine durch den Administrator gesteuert werden kann.

Sie können im vSphere-Client zwei Optionen angeben.

CPU-Affinität Eine virtuelle Maschine sollte nur die Prozessoren auf einem angegebenen Knoten verwenden.

Arbeitsspeicheraffinität Die Arbeitsspeicherzuteilung durch den Server soll nur auf dem angegebenen Knoten erfolgen.

Falls beide Optionen vor dem Starten einer virtuellen Maschine festgelegt werden, wird die virtuelle Maschine nur auf dem gewünschten Knoten ausgeführt und ihr gesamter Arbeitsspeicher lokal zugeteilt.

Durch den Administrator kann eine virtuelle Maschine auch manuell auf einen anderen Knoten verschoben werden, wenn die virtuelle Maschine bereits ausgeführt wird. In diesem Fall muss der Seitenmigrationstakt der virtuellen Maschine manuell angegeben werden, damit der Arbeitsspeicher des vorherigen Knotens der virtuellen Maschine auf den neuen Knoten verschoben werden kann.

Die manuelle NUMA-Platzierung überschneidet sich möglicherweise mit den ESX/ESXi-Algorithmen für die Ressourcenverwaltung, die versuchen, jeder virtuellen Maschine einen gleichmäßigen Anteil an Prozessorressourcen des Systems zuzuteilen. Wenn beispielsweise zehn virtuelle Maschinen mit prozessorintensiven Arbeitslasten manuell auf einem Knoten platziert werden und nur zwei virtuelle Maschinen manuell auf einem anderen Knoten platziert werden, ist das System nicht in der Lage, allen zwölf virtuellen Maschinen gleiche Anteile an Systemressourcen zuzuweisen.

Hinweis Sie können Informationen zur NUMA-Konfiguration im Fenster „Arbeitsspeicher“ des -Dienstprogramms `resxtop` (oder `esxtop`) anzeigen.

Verknüpfen virtueller Maschinen mit einem einzelnen NUMA-Knoten anhand der CPU-Affinität

In einigen Fällen können Sie die Leistung der Anwendungen auf einer virtuellen Maschine möglicherweise steigern, indem Sie sie mit den CPU-Nummern auf einem einzigen NUMA-Knoten verknüpfen (manuelle CPU-Affinität).

Vorgehensweise

1 Klicken Sie im vSphere-Client mithilfe der rechten Maustaste auf eine virtuelle Maschine und wählen Sie die Option **[Einstellungen bearbeiten]** .

2 Wählen Sie im Dialogfeld „Eigenschaften der virtuellen Maschine“ die Registerkarte **[Ressourcen]** und anschließend die Option **[Erweiterte CPU]** .

3 Im Fenster **[Affinitätsplanung (Scheduling Affinity)]** können Sie die CPU-Affinität für verschiedene NUMA-Knoten festlegen.

Hinweis Sie müssen die Kontrollkästchen aller Prozessoren im NUMA-Knoten manuell aktivieren. Die CPU-Affinität wird pro Prozessor und nicht pro Knoten festgelegt.

Verknüpfen von Arbeitsspeicherreservierungen mit einem NUMA-Knoten unter Verwendung der Arbeitsspeicheraffinität

Sie können festlegen, dass bei künftigen Arbeitsspeicherzuteilungen auf einer virtuellen Maschine die mit einem einzigen NUMA-Knoten verknüpften Seiten genutzt werden (auch bekannt als manuelle Arbeitsspeicheraffinität). Wenn die virtuelle Maschine auf lokalen Arbeitsspeicher zugreift, verbessert sich dadurch ihre Leistung.

Hinweis Sie sollten die für künftige Arbeitsspeicherzuteilungen zu verwendenden Knoten nur dann festlegen, wenn Sie auch die CPU-Affinität festgelegt haben. Wenn Sie lediglich an den Arbeitsspeicheraffinitätseinstellungen manuelle Änderungen vornehmen, wird der automatische NUMA-Ausgleich beeinträchtigt.

Vorgehensweise

1 Klicken Sie im vSphere-Client mithilfe der rechten Maustaste auf eine virtuelle Maschine und wählen Sie die Option **[Einstellungen bearbeiten]** .

2 Wählen Sie im Dialogfeld „Eigenschaften virtueller Maschinen“ die Registerkarte **[Ressourcen]** und anschließend die Option **[Arbeitsspeicher]** .

3 Legen Sie im Fenster **[NUMA-Arbeitsspeicheraffinität (NUMA Memory Affinity)]** die gewünschte Arbeitsspeicheraffinität fest.

Beispiel 8-1. Verknüpfen einer virtuellen Maschine mit einem einzigen NUMA-Knoten

Das folgende Beispiel zeigt, wie Sie die letzten vier physischen CPUs mit einem einzigen NUMA-Knoten für eine virtuelle 2-Wege-Maschine manuell auf einem 8-Wege-Server verknüpfen.

Die CPUs, z. B. 4, 5, 6 und 7, stellen die physischen CPU-Nummern dar.

1 Wählen Sie im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients die virtuelle Maschine aus und wählen Sie **[Einstellungen bearbeiten]** .

2 Wählen Sie **[Optionen]** und klicken Sie auf **[Erweitert]** .

3 Klicken Sie auf die Schaltfläche **[Konfigurationsparameter]** .

4 Aktivieren Sie im vSphere-Client die CPU-Affinität für die Prozessoren 4, 5, 6 und 7.

Diese virtuelle Maschine soll nur auf Knoten 1 ausgeführt werden.

1 Wählen Sie im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients die virtuelle Maschine aus und wählen Sie **[Einstellungen bearbeiten]** .

2 Wählen Sie **[Optionen]** und klicken Sie auf **[Erweitert]** .

3 Klicken Sie auf die Schaltfläche **[Konfigurationsparameter]** .

4 Setzen Sie im vSphere-Client die Arbeitsspeicheraffinität für den NUMA-Knoten auf 1.

Durch Ausführen dieser beiden Aufgaben wird sichergestellt, dass die virtuelle Maschine ausschließlich auf Knoten 1 ausgeführt wird und möglichst Arbeitsspeicher dieses Knotens zuteilt.

Dienstprogramme zum Überwachen der Leistung: „resxtop“ und „esxtop“ A

Die Befehlszeilendienstprogramme `resxtop` und `esxtop` liefern detaillierte Informationen darüber, wie ESX/ESXi Ressourcen in Echtzeit verwendet. Diese Dienstprogramme können in einem von drei Modi gestartet werden: Interaktiver Modus (Standardeinstellung), Batch-Modus oder Wiedergabemodus.

Der grundlegende Unterschied zwischen `resxtop` und `esxtop` besteht darin, dass `resxtop` remote (oder lokal) verwendet werden kann, wohingegen `esxtop` ausschließlich über die Servicekonsole eines lokalen ESX-Hosts gestartet werden kann.

Dieser Anhang behandelt die folgenden Themen:

- „Verwenden des Dienstprogramms „esxtop““, auf Seite 89
- „Verwenden des Dienstprogramms „resxtop““, auf Seite 90
- „Verwenden von „esxtop“ oder „resxtop“ im interaktiven Modus“, auf Seite 90
- „Verwenden des Batch-Modus“, auf Seite 106
- „Verwenden des Wiedergabemodus“, auf Seite 107

Verwenden des Dienstprogramms „esxtop“

Das Dienstprogramm `esxtop` wird nur auf der Servicekonsole des ESX-Hosts ausgeführt und zum Ausführen sind Root-Benutzerberechtigungen erforderlich.

Geben Sie den Befehl mit den gewünschten Optionen ein:

```
esxtop [–] [h] [v] [b] [s] [a] [c Dateiname] [R vm–support_Verzeichnispfad]  [d Verzögerung] [n Iteration]
```

Das Dienstprogramm `esxtop` liest seine Standardkonfiguration aus `.esxtop4rc`. Diese Konfigurationsdatei besteht aus acht Zeilen.

Die ersten sieben Zeilen enthalten Klein- und Großbuchstaben, die angeben, welche Felder in welcher Reihenfolge in den Fenstern für CPU, Arbeitsspeicher, Speicheradapter, Speichergerät, Speicher der virtuellen Maschine, Netzwerk und Interrupt angezeigt werden. Die Buchstaben entsprechen den Buchstaben in den Fenstern **[Felder (Fields)]** oder **[Reihenfolge (Order)]** des jeweiligen `esxtop`-Fensters.

Die achte Zeile enthält Informationen zu den anderen Optionen. Besonders wichtig: Wenn Sie eine Konfiguration im sicheren Modus gespeichert haben, erhalten Sie kein unsicheres `esxtop`, ohne das `s` aus der siebten Zeile der Datei `.esxtop4rc` zu entfernen. Die Verzögerungszeit zwischen einzelnen Updates wird durch eine Zahl festgelegt. Im interaktiven Modus wird durch Eingabe von `c`, `m`, `d`, `u`,`v`, `n` oder `I` bestimmt, in welchem Fenster `esxtop` gestartet wird.

Hinweis Bearbeiten Sie die Datei `.esxtop4rc` nicht. Wählen Sie stattdessen die Felder und die Reihenfolge in einem gerade ausgeführten `esxtop`-Prozess, nehmen Sie die gewünschten Änderungen vor und speichern Sie diese Datei mithilfe des interaktiven Befehls `W`.

Verwenden des Dienstprogramms „resxtop“

Das Dienstprogramm `resxtop` ist ein vSphere-CLI-Befehl.

Bevor Sie vSphere-CLI-Befehle verwenden können, müssen Sie entweder ein vSphere-CLI-Paket herunterladen und installieren oder den vSphere Management Assistant (vMA) auf Ihrem ESX/ESXi-Host oder in Ihrem vCenter Server-System bereitstellen.

Starten Sie nach dem Einrichten `resxtop` über die Befehlszeile. Für Remoteverbindungen können Sie eine Verbindung zu einem ESX/ESXi-Host entweder direkt oder über vCenter Server herstellen.

Es können dieselben Befehlszeilenoptionen wie bei `esxtop` (außer der Option `R`) und darüber hinaus die folgenden zusätzlichen Verbindungsoptionen verwendet werden.

Hinweis `resxtop` verwendet nicht alle Optionen, die von den anderen vSphere-CLI-Befehlen verwendet werden.

Tabelle A-1. Befehlszeilenoptionen für `resxtop`

Option	Beschreibung
`[Server]`	Der Name des Remotehosts, zu dem die Verbindung hergestellt werden soll (erforderlich). Wenn Sie eine direkte Verbindung zum ESX/ESXi-Host herstellen, geben Sie den Namen dieses Hosts an. Wenn Sie die Verbindung zum ESX/ESXi-Host indirekt (d. h. über vCenter Server) herstellen, verwenden Sie für diese Option den Namen des vCenter Server-Systems.
`[vihost]`	Bei einer indirekten Verbindung (über vCenter Server) sollte diese Option den Namen des ESX/ESXi-Hosts enthalten, zu dem Sie die Verbindung herstellen. Wenn Sie eine direkte Verbindung zum ESX/ESXi-Host herstellen, wird diese Option nicht verwendet.
`[Portnummer]`	Die Portnummer, zu der die Verbindung auf dem Remoteserver hergestellt werden soll. Die Standardportnummer lautet 443. Diese Option wird nur benötigt, wenn diese Portnummer auf dem Server geändert wurde.
`[Benutzername]`	Der beim Verbinden mit dem Remotehost zu authentifizierende Benutzername. Der Remoteserver fordert Sie zur Eingabe eines Kennworts auf.

Sie können `resxtop` auch auf einem lokalen ESX/ESXi-Host verwenden, indem Sie die Option `server` in der Befehlszeile auslassen. Der Befehl verwendet dann standardmäßig „localhost“.

Verwenden von „esxtop“ oder „resxtop“ im interaktiven Modus

Die Dienstprogramme `resxtop` und `esxtop` werden standardmäßig im interaktiven Modus ausgeführt. Im interaktiven Modus werden in verschiedenen Fenstern Statistiken angezeigt.

Jedes Fenster verfügt über ein Hilfemenü.

Befehlszeilenoptionen im interaktiven Modus

Sie können mit `esxtop` und `resxtop` verschiedene Befehlszeilenoptionen im interaktiven Modus verwenden.

Unter Tabelle A-2 sind die Befehlszeilenoptionen aufgelistet, die im interaktiven Modus zur Verfügung stehen.

Tabelle A-2. Befehlszeilenoptionen im interaktiven Modus

Option	Beschreibung
`h`	Druckt die Hilfe zu den Befehlszeilenoptionen für `resxtop` (oder `esxtop`).
`v`	Druckt die Versionsnummer von `resxtop` (oder `esxtop`).
`s`	Ruft `resxtop` (oder `esxtop`) im sicheren Modus auf. Im sicheren Modus ist der Befehl `–d`, der die Verzögerung zwischen einzelnen Updates festlegt, deaktiviert.
`d`	Legt die Verzögerung zwischen einzelnen Updates fest. Die Standardeinstellung ist fünf Sekunden. Die Mindestverzögerung beträgt zwei Sekunden. Dieser Wert kann mithilfe des interaktiven Befehls `s` geändert werden. Wird ein Wert unter zwei Sekunden angegeben, wird die Verzögerung automatisch auf zwei Sekunden gesetzt.
`n`	Anzahl an Wiederholungen. Aktualisiert die Anzeige `n` Mal und beendet sie.
`Server`	Name des Remoteserverhosts, mit dem die Verbindung hergestellt werden soll (nur für `resxtop` erforderlich).
`Portnummer`	Portnummer mit der die Verbindung auf dem Remoteserver hergestellt werden soll. Die Standardportnummer lautet 443. Diese Option wird nur benötigt, wenn diese Portnummer auf dem Server geändert wurde. (gilt nur für `resxtop`)
`Benutzername`	Zu authentifizierender Benutzername beim Verbinden mit dem Remotehost. Der Remoteserver fordert Sie ebenfalls zur Eingabe eines Kennworts auf (nur `resxtop`).
`a`	Zeigt alle Statistiken an. Diese Option setzt die Einstellungen der Konfigurationsdateien außer Kraft und zeigt alle Statistiken an. Bei der Konfigurationsdatei kann es sich um die Standardkonfigurationsdatei „~/.esxtop4rc“ oder eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei handeln.
`c` <Dateiname>	Lädt eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei. Wenn die Option -c nicht verwendet wird, lautet der Name der Standardkonfigurationsdatei „~/.esxtop4rc“. Mit dem interaktiven Einzeltastenbefehl `W` können Sie eine eigene Konfigurationsdatei mit einem anderen Dateinamen erstellen.

Gemeinsame Statistikbeschreibung

Während `resxtop` (oder `esxtop`) im interaktiven Modus ausgeführt wird, werden mehrere Statistiken auf verschiedenen Seiten angezeigt. Diese Statistiken sind gleichermaßen in allen vier Fenstern vorhanden.

Die Zeile Betriebszeit (Uptime) oben in den vier `resxtop`-Fenstern (oder `esxtop`-Fenstern) zeigt die aktuelle Zeit, die Zeit seit dem letzten Neustart sowie die Anzahl an derzeit ausgeführten Worlds und durchschnittliche Lasten an. Als World wird eine durch den ESX/ESXi-VMKernel planbare Instanz bezeichnet, die mit einem Prozess oder Thread in anderen Betriebssystemen vergleichbar ist.

Darunter werden die Durchschnittslasten der letzten Minute, der letzten fünf Minuten und der letzten fünfzehn Minuten angezeigt. Innerhalb der Lastendurchschnitte werden sowohl die gerade ausgeführten als auch betriebsbereiten Worlds berücksichtigt. Ein Lastdurchschnitt von 1,00 bedeutet, dass alle physischen CPUs vollständig genutzt werden. Ein Lastdurchschnitt von 2,00 weist darauf hin, dass das ESX/ESXi-System möglicherweise die doppelte Anzahl an derzeit verfügbaren physischen CPUs benötigt. Gleichermaßen bedeutet ein Lastdurchschnitt von 0,50, dass die physischen CPUs auf dem ESX/ESXi-System zur Hälfte genutzt werden.

Statistikspalten und die Seiten „Reihenfolge (Order)“

Sie können die Reihenfolge der im interaktiven Modus angezeigten Felder definieren.

Wenn Sie `f`, `F`, `o` oder `O` drücken, zeigt das System eine Seite mit der Feldreihenfolge in der obersten Zeile sowie kurzen Beschreibungen der Feldinhalte an. Wenn es sich beim Buchstaben in der zu einem Feld gehörenden Feldzeichenfolge um einen Großbuchstaben handelt, wird das Feld angezeigt. Ein Sternchen vor der Feldbeschreibung weist darauf hin, ob ein Feld angezeigt wird.

Die Reihenfolge der Felder entspricht der Reihenfolge der Buchstaben in der Zeichenfolge.

Folgende Aktionen sind im Fenster **[Feldauswahl (Field Select)]** möglich:

- Ein- und Ausblenden eines Feldes durch das Drücken des entsprechenden Buchstabens.
- Verschieben eines Feldes nach links durch Eingabe des entsprechenden Großbuchstabens.
- Verschieben eines Feldes nach rechts durch Eingabe des entsprechenden Kleinbuchstabens.

Einzeltastenbefehle im interaktiven Modus

Bei der Ausführung im interaktiven Modus erkennt `resxtop` (oder `esxtop`) mehrere Einzeltastenbefehle.

Alle Fenster im interaktiven Modus erkennen die unter Tabelle A-3 aufgeführten Befehle. Der Befehl zur Festlegung der Verzögerung zwischen den einzelnen Updates ist deaktiviert, wenn in der Befehlszeile die Option `s` enthalten ist. Die Sortierung über alle interaktiven Sortierbefehle erfolgt in absteigender Reihenfolge.

Tabelle A-3. Einzeltastenbefehle im interaktiven Modus

Taste	Beschreibung
h oder ?	Zeigt ein Hilfemenü für das aktuelle Fenster mit einer Zusammenfassung der Befehle sowie den Status des sicheren Modus.
Leerzeichen	Aktualisiert umgehend das aktuelle Fenster.
^L	Löscht das aktuelle Fenster und entwirft es neu.
f oder F	Zeigt ein Fenster zum Hinzufügen oder Entfernen von Statistikspalten (Feldern) zum bzw. aus dem aktuellen Fenster.
o oder O	Zeigt ein Fenster zum Ändern der Reihenfolge von Statistikspalten des aktuellen Fensters.
#	Fordert den Benutzer zur Eingabe der anzuzeigenden Statistikzeilen auf. Werte über 0 überschreiben die automatische Bestimmung der Anzahl der anzuzeigenden Zeilen, die auf der Abmessung der Fenstergröße beruht. Wird diese Anzahl in einem der `resxtop`-Fenster (oder `esxtop`-Fenster) geändert, wirkt sich diese Änderung auf alle vier Fenster aus.
s	Fordert den Benutzer zur Eingabe der Verzögerung in Sekunden zwischen einzelnen Updates auf. Werte in Bruchzahlen werden bis auf die Mikrosekunde erkannt. Die Standardeinstellung ist fünf Sekunden. Der Mindestwert beträgt zwei Sekunden. Im sicheren Modus ist dieser Befehl nicht verfügbar.
W	Schreibt die aktuellen Einstellungen in eine Konfigurationsdatei für esxtop (oder resxtop). Hierbei handelt es sich um die empfohlene Vorgehensweise zum Schreiben einer Konfigurationsdatei. Der Standarddateiname ist der durch die Option „-c“ festgelegte Dateiname oder, wenn diese Option nicht verwendet wird, `~/.esxtop4rc`. In der durch den W-Befehl aufgerufenen Eingabeaufforderung können Sie auch einen anderen Dateinamen angeben.
q	Beendet den interaktiven Modus.
c	Wechselt zum Fenster für die CPU-Ressourcennutzung.
m	Wechselt zum Fenster für die Arbeitsspeicher-Ressourcennutzung.
d	Wechselt zum Fenster für die Ressourcennutzung des Speicheradapters (Festplattenadapters).
u	Wechselt zum Fenster für die Ressourcennutzung der Festplattenspeichergeräte.
v	Wechselt zum Fenster für die Ressourcennutzung der Festplattenspeicher von virtuellen Maschinen.

Tabelle A-3. Einzeltastenbefehle im interaktiven Modus (Fortsetzung)

Taste	Beschreibung
n	Wechselt zum Fenster für die Netzwerkressourcennutzung.
I	Wechselt zum Interrupt-Fenster.

CPU-Fenster

Im CPU-Fenster werden serverweite Statistiken sowie Nutzungsstatistiken einzelner Worlds, Ressourcenpools und CPUs virtueller Maschinen angezeigt.

Ressourcenpools, gerade ausgeführte virtuelle Maschinen und andere Worlds werden manchmal als Gruppen bezeichnet. Bei Worlds, die zu einer virtuellen Maschine gehören, werden die Statistiken der gerade ausgeführten virtuellen Maschine angezeigt. Alle anderen Worlds werden logisch in den Ressourcenpools zusammengefasst, in denen sie enthalten sind.

Unter Tabelle A-4 werden die in diesem Fenster angezeigten Statistiken erläutert.

Tabelle A-4. Statistiken im CPU-Fenster

Zeile	Beschreibung
PCPU USED(%)	Eine PCPU bezieht sich auf einen Ausführungskontext der physischen Hardware. Dabei kann es sich um einen physischen CPU-Kern handeln, wenn das Hyper-Threading nicht verfügbar oder deaktiviert ist, oder um eine logische CPU (LCPU oder SMT-Thread), wenn das Hyper-Threading aktiviert ist. PCPU USED(%) zeigt Folgendes an: ■ Prozentsatz der CPU-Nutzung pro PCPU ■ Prozentsatz der durchschnittlichen CPU-Nutzung aller PCPUs Die CPU-Nutzung (%USED) ist der Prozentsatz der PCPU-Nennfrequenz, die seit der letzten Bildschirmaktualisierung verwendet wurde. Sie entspricht der Gesamtsumme von %USED für Worlds, die auf dieser PCPU ausgeführt wurden. **Hinweis** Wenn eine PCPU mit einer höheren Frequenz als ihrer Nennfrequenz ausgeführt wird, kann der Wert für PCPU USED(%) mehr als 100 % betragen.
PCPU UTIL(%)	Eine PCPU bezieht sich auf einen Ausführungskontext der physischen Hardware. Dabei kann es sich um einen physischen CPU-Kern handeln, wenn das Hyper-Threading nicht verfügbar oder deaktiviert ist, oder um eine logische CPU (LCPU oder SMT-Thread), wenn das Hyper-Threading aktiviert ist. PCPU UTIL(%) stellt den Prozentsatz an Echtzeit dar, während derer sich die PCPU nicht im Leerlauf befand (Raw-PCPU-Nutzung), und zeigt den Prozentsatz der CPU-Nutzung pro PCPU sowie den Prozentsatz der durchschnittlichen CPU-Nutzung aller PCPUs an. **Hinweis** PCPU UTIL(%) kann aufgrund von Energieverwaltungstechnologien oder Hyper-Threading von PCPU USED(%) abweichen.
CCPU(%)	Prozentsätze der CPU-Gesamtzeit gemäß ESX-Servicekonsole. Wenn Sie ESXi verwenden, wird dieses Feld nicht angezeigt. ■ `us` – Prozentsatz der Benutzerzeit. ■ `sy` – Prozentsatz der Systemzeit. ■ `id` – Prozentsatz der Leerlaufzeit. ■ `wa` – Prozentsatz der Wartezeit. ■ `cs/sec` – Kontext wechselt pro Sekunde und wird über die Servicekonsole aufgezeichnet.
ID	Ressourcenpool-ID oder ID der virtuellen Maschine des Ressourcenpools bzw. der virtuellen Maschine der ausgeführten World oder World-ID der ausgeführten World.
GID	Ressourcenpool-ID des Ressourcenpools bzw. der virtuellen Maschine der ausgeführten World.
NAME	Name des Ressourcenpools bzw. der virtuellen Maschine der ausgeführten World oder Name der ausgeführten World.

Tabelle A-4. Statistiken im CPU-Fenster (Fortsetzung)

Zeile	Beschreibung
NWLD	Anzahl an Mitgliedern des Ressourcenpools bzw. der virtuellen Maschine der ausgeführten World. Wird eine Gruppe mithilfe des interaktiven Befehls e erweitert (siehe interaktive Befehle), so beträgt NWLD-Wert für alle sich daraus ergebenden Worlds 1 (einige Ressourcenpools, z. B. der Konsolenressourcenpool, verfügen nur über ein Mitglied).
%STATE TIMES	CPU-Statistiken, die sich aus den folgenden Prozentsätzen zusammensetzen. Bei einer World entsprechen die Prozentsätze einem Prozentsatz eines physischen CPU-Kerns.
%USED	Prozentsatz von physischen CPU-Kern-Zyklen, die durch den Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder die World genutzt werden. %USED ist möglicherweise von der Frequenz abhängig, mit der der CPU-Kern ausgeführt wird. Wenn der CPU-Kern mit einer niedrigeren Frequenz ausgeführt wird, kann %USED kleiner sein als %RUN. Auf CPUs, die den Turbo-Modus unterstützen, kann die CPU-Frequenz auch höher als die Nennfrequenz und %USED größer als %RUN sein.
%SYS	Prozentsatz der Zeit, die für einen Ressourcenpool, eine virtuelle Maschine oder World im ESX/ESXi-VMKernel aufgewendet wurde, um Unterbrechungen zu verarbeiten und andere Systemaktivitäten durchzuführen. Diese Zeitangabe ist Teil der Zeit, die zur Berechnung des %USED-Werts verwendet wird.
%WAIT	Prozentsatz der Zeit, die der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder World im Wartezustand verbracht hat. Dieser Prozentsatz schließt den Prozentsatz der Zeit ein, die der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder World im Leerlauf verbracht hat.
%IDLE	Prozentsatz der Zeit, die der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder World im Leerlauf verbracht hat. Aus der Subtraktion dieses Prozentsatzes vom %WAIT-Wert ergibt sich der Prozentsatz der Zeit, die der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder die World mit dem Warten auf ein Ereignis verbracht hat. Die Differenz, %WAIT- %IDLE, der VCPU-Worlds kann zur Schätzung der Gast-E/A-Wartezeit verwendet werden. Verwenden Sie zum Suchen der VCPU-Worlds den Einzeltastenbefehl e, um eine virtuelle Maschine zu erweitern, und suchen Sie nach dem mit „vcpu“ beginnenden Namen (NAME) der World. (Beachten Sie, dass die VCPU-Worlds möglicherweise neben E/A-Ereignissen auch auf andere Ereignisse warten und diese Messung daher nur eine Schätzung darstellt.)
%RDY	Prozentsatz der Zeit, in der der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder die World zur Ausführung bereit war, jedoch keine CPU-Ressourcen zur Ausführung zur Verfügung gestellt bekam.
%MLMTD (maximaler Grenzwert)	Prozentsatz der Zeit, in der der ESX/ESXi-VMKernel die Ressourcenpools, die virtuellen Maschine oder die World absichtlich nicht ausgeführt hat, um eine Verletzung der Grenzwerteinstellung des Ressourcenpools, der virtuellen Maschine oder der World zu vermeiden. Da der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder die World betriebsbereit ist, während ihre Ausführung auf diese Weise unterbunden wird, ist die %MLMTD-Zeit (maximaler Grenzwert) in der %RDY-Zeit enthalten.
%SWPWT	Prozentsatz der Zeit, die ein Ressourcenpool oder eine World mit dem Warten auf die Auslagerung von Arbeitsspeicher durch den ESX/ESXi-VMkernel verbringt. Die %SWPWT-Zeit (Wartezeit bei Auslagerung) ist in der %WAIT-Zeit enthalten.
EVENT COUNTS/s	Gruppe der CPU-Statistiken, die aus Ereignissen auf Sekundentaktbasis bestehen. Diese Statistiken sind lediglich für den Gebrauch innerhalb von VMware vorgesehen.
CPU ALLOC	Gruppe der CPU-Statistiken, die aus den folgenden Konfigurationsparametern für die CPU-Zuteilung bestehen.
AMIN	Attribut Reservierung (Reservation) für einen Ressourcenpool, eine virtuelle Maschine oder eine World.
AMAX	Attribut Grenzwert (Limit) für einen Ressourcenpool, eine virtuelle Maschine oder eine World. Der Wert -1 steht für einen unbegrenzten Wert.
ASHRS	Attribut Anteile (Shares) für einen Ressourcenpool, eine virtuelle Maschine oder eine World.
SUMMARY STATS	Gruppe der CPU-Statistiken, die aus den folgenden CPU-Konfigurationsparametern und Statistiken bestehen. Diese Statistiken beziehen sich nur auf Worlds und nicht auf virtuelle Maschinen oder Ressourcenpools.
AFFINITY BIT MASK	Bit-Maske mit der aktuellen Planungsaffinität für die World.
HTSHARING	Aktuelle Hyper-Threading-Konfiguration.

Tabelle A-4. Statistiken im CPU-Fenster (Fortsetzung)

Zeile	Beschreibung
CPU	Physischer oder logischer Prozessor, auf dem die World ausgeführt wurde, als `resxtop` (oder `esx–top`) diese Information erhielt.
HTQ	Gibt an, ob sich die World derzeit in Quarantäne befindet oder nicht. N steht für „Nein“ und Y für „Ja“.
TIMER/s	Zeitgebertakt für diese World.
%OVRLP	Prozentsatz der Systemzeit, die während der Planung eines Ressourcenpools, einer virtuellen Maschine oder World zugunsten eines anderen Ressourcenpools bzw. einer anderen virtuellen Maschine oder World verbracht wurde. Diese Zeit ist nicht in %SYS enthalten. Wird beispielsweise gerade eine virtuelle Maschine A geplant und ein Netzwerkpaket für eine virtuelle Maschine B durch den ESX/ESXi-VMKernel verarbeitet, dann wird die hierfür aufgewendete Zeit bei der virtuellen Maschine A als %OVRLP und bei der virtuellen Maschine B als %SYS angezeigt.
%RUN	Prozentsatz der geplanten Gesamtzeit. Diese Zeit wird weder für Hyper-Threading noch für die Systemzeit berücksichtigt. Auf einem Server mit aktiviertem Hyper-Threading kann der Wert für %RUN doppelt so hoch sein wie der Wert für %USED.
%CSTP	Prozentsatz der Zeit, die ein Ressourcenpool in einem betriebsbereiten Zustand während einer Umplanung verbracht hat. (Hinweis: Diese Statistik wird möglicherweise angezeigt, ist aber nur für die Verwendung mit VMware vorgesehen).

Die Anzeige kann mithilfe von Einzeltastenbefehlen geändert werden, wie unter Tabelle A-5 erläutert.

Tabelle A-5. Einzeltastenbefehle im CPU-Fenster

Befehl	Beschreibung
e	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige der CPU-Statistiken. Die erweiterte Anzeige enthält CPU-Ressourcennutzungsstatistiken, die in einzelne Worlds unterteilt sind, welche zu einem Ressourcenpool oder einer virtuellen Maschine gehören. Alle Prozentsätze für die einzelnen Worlds entsprechen dem Prozentsatz einer einzelnen physischen CPU. Betrachten Sie diese Beispiele: ■ Wenn der von einem Ressourcenpool genutzte Prozentsatz %Used auf einem 2-Wege-Server 30 % beträgt, dann nutzt der Ressourcenpool 30 % von zwei physischen CPUs. ■ Wenn der von einer zu einem Ressourcenpool gehörenden World genutzte Prozentsatz %USED auf einem 2-Wege-Server 30 % beträgt, dann nutzt die World 30 % einer physischen CPU.
U	Sortiert Ressourcenpools, virtuelle Maschinen und Worlds nach der Spalte %USED des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine.
R	Sortiert Ressourcenpools, virtuelle Maschinen und Worlds nach der Spalte %RDY des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine.
N	Sortiert Ressourcenpools, virtuelle Maschinen und Worlds nach der Spalte GID. Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.
V	Zeigt ausschließlich Instanzen virtueller Maschinen an.
L	Ändert die angezeigte Länge der Spalte NAME.

Arbeitsspeicherfenster

Im Arbeitsspeicherfenster werden serverweite und gruppenbezogene Nutzungsstatistiken zu Arbeitsspeichern angezeigt. Wie auch im CPU-Fenster, entsprechen die Gruppen Ressourcenpools, ausgeführten virtuellen Maschinen oder anderen Worlds, die Arbeitsspeicher verbrauchen.

Die erste Zeile, die sich oben im Arbeitsspeicherfenster befindet, zeigt die aktuelle Zeit, die Zeit seit dem letzten Neustart sowie die Anzahl an derzeit ausgeführten Worlds und durchschnittliche Arbeitsspeicherüberbelegungen an. Es werden die durchschnittlichen Arbeitsspeicherüberbelegungen der letzten Minute, der letzten fünf Minuten und der letzten fünfzehn Minuten angezeigt. Eine Arbeitsspeicherüberbelegung von 1,00 entspricht einer Arbeitsspeicherüberbelegung von 100 %. Siehe „Arbeitsspeicherüberbelegung“, auf Seite 29.

Tabelle A-6. Statistiken im Arbeitsspeicherfenster

Feld	Beschreibung	
PMEM (MB)	Zeigt die Arbeitsspeicherstatistik der Maschine für den Server an. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben.	
	Gesamt	Gesamtmenge an Maschinenarbeitsspeicher im Server.
	cos	Die der ESX-Servicekonsole zugewiesene Menge an Maschinenarbeitsspeicher.
	vmk	Die durch den ESX/ESXi-VMKernel genutzte Menge an Maschinenarbeitsspeicher.
	andere	Die Menge an Maschinenarbeitsspeicher, die anderweitig und nicht durch die ESX-Servicekonsole und den ESX/ESXi-VMkernel genutzt wird.
	Frei	Menge an freiem Maschinenarbeitsspeicher.
VMKMEM (MB)	Zeigt die Arbeitsspeicherstatistik für den ESX/ESXi-VMkernel. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben.	
	verwaltete	Gesamtmenge an durch den ESX/ESXi-VMkernel verwaltetem Maschinenarbeitsspeicher.
	min free	Mindestmenge an Maschinenarbeitsspeicher, die der ESX/ESXi-VMkernel freizuhalten versucht.
	rsvd	Gesamtmenge an derzeit durch Ressourcenpools reserviertem Maschinenarbeitsspeicher.
	ursvd	Gesamtmenge an derzeit nicht reserviertem Maschinenarbeitsspeicher.
	Zustand	Aktueller Verfügbarkeitsstatus des Maschinenarbeitsspeichers. Mögliche Werte sind **[Hoch (High)]** , **[Soft]** , **[Hard]** und **[Gering (Low)]** . **[Hoch (High)]** bedeutet, dass der Maschinenspeicher eine hohe Verfügbarkeit aufweist; **[Gering (Low)]** hingegen bedeutet das Gegenteil.
COSMEM (MB)	Zeigt die von der ESX-Servicekonsole gemeldeten Arbeitsspeicherstatistiken an. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben. Wenn Sie ESXi verwenden, wird dieses Feld nicht angezeigt.	
	Frei	Menge an im Leerlauf befindlichem Arbeitsspeicher.
	swap_t	Gesamtmenge an konfiguriertem Auslagerungsspeicher.
	swap_f	Menge an freiem Auslagerungsspeicher.
	r/s is	Die Rate, mit der Arbeitsspeicher von der Festplatte eingelagert wird.
	w/s	Die Rate, mit der Arbeitsspeicher auf die Festplatte ausgelagert wird.

Tabelle A-6. Statistiken im Arbeitsspeicherfenster (Fortsetzung)

Feld	Beschreibung	
NUMA (MB)	Zeigt die ESX/ESXi-NUMA-Statistik an. Diese Zeile wird nur angezeigt, wenn der ESX/ESXi-Host auf einem NUMA-Server ausgeführt wird. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben. Für jeden NUMA-Knoten des Servers werden zwei Statistiken angezeigt: ■ Die Gesamtmenge an Maschinenarbeitsspeicher im NUMA-Knoten, die durch ESX/ESXi verwaltet wird. ■ Der derzeit freie Arbeitsspeicher der Maschine im Knoten (in Klammern).	
PSHARE (MB)	Zeigt die ESX/ESXi-Statistik für gemeinsame Seitennutzung an. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben.	
	Gemeinsame Nutzung	Die Menge an physischem Arbeitsspeicher, die gemeinsam genutzt wird.
	common	Die Menge an Maschinenarbeitsspeicher, die gemeinsam von mehreren Worlds genutzt wird.
	Speichern	Die Menge an Maschinenarbeitsspeicher, die durch eine gemeinsame Seitennutzung eingespart wird.
SWAP (MB)	Zeigt die ESX/ESXi-Statistik für die Nutzung des Auslagerungsspeichers an. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben.	
	curr	Die aktuelle Nutzung des Auslagerungsspeichers.
	Ziel	Der Ort, an dem das ESX/ESXi-System die Auslagerungsspeichernutzung erwartet.
	r/s	Die Rate, mit der das ESX/ESXi-System Arbeitsspeicher von der Festplatte einlagert.
	w/s	Die Rate, mit der das ESX/ESXi-System Arbeitsspeicher auf die Festplatte auslagert.
MEMCTL (MB)	Zeigt die Arbeitsspeicher-Balloon-Statistik an. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben.	
	curr	Gesamtmenge an physischem Arbeitsspeicher, die mithilfe des Moduls `vmmemctl` zurückgewonnen wird.
	Ziel	Gesamtmenge an physischem Arbeitsspeicher, die der ESX/ESXi-Host mithilfe des Moduls `vmmemctl` zurückzugewinnen versucht.
	max	Maximale Menge an physischem Arbeitsspeicher, die der ESX/ESXi-Host mithilfe des `vmmemctl`-Moduls zurückgewinnen kann.
AMIN	Arbeitsspeicherreservierung für diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine.	
AMAX	Grenzwert des Arbeitsspeichers für diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine. Der Wert -1 steht für einen unbegrenzten Wert.	
ASHRS	Arbeitsspeicheranteile für diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine.	
NHN	Aktueller Stammknoten des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine. Diese Statistik betrifft ausschließlich NUMA-Systeme. Falls die virtuelle Maschine über keinen Stammknoten verfügt, wird ein Strich (-) angezeigt.	
NRMEM (MB)	Derzeit zugewiesener Remotearbeitsspeicher der virtuellen Maschine oder des Ressourcenpools. Diese Statistik betrifft ausschließlich NUMA-Systeme.	
N%L	Derzeitiger Prozentsatz des zugewiesenen lokalen Arbeitsspeichers der virtuellen Maschine oder des Ressourcenpools.	
MEMSZ (MB)	Zugeteilter physischer Arbeitsspeicher einer virtuellen Maschine oder eines Ressourcenpools.	
GRANT (MB)	Menge an physischem Gastarbeitsspeicher, die einem Ressourcenpool oder einer virtuellen Maschine zugeordnet ist. Der belegte Hostmaschinenarbeitsspeicher entspricht GRANT - SHRDSVD.	

Tabelle A-6. Statistiken im Arbeitsspeicherfenster (Fortsetzung)

Feld	Beschreibung
SZTGT (MB)	Arbeitsspeicher der Maschine, den der ESX/ESXi-VMkernel für die Zuteilung zu einem Ressourcenpool oder einer virtuellen Maschine vorsieht.
TCHD (MB)	Working Set-Schätzwert für den Ressourcenpool oder die virtuelle Maschine.
%ACTV	Prozentsatz des physischen Gastsarbeitsspeichers, der durch den Gast referenziert wird. Dieser Wert ist unmittelbar.
%ACTVS	Prozentsatz des physischen Gastsarbeitsspeichers, der durch den Gast referenziert wird. Es handelt sich um einen Durchschnittswert mit langsamer Änderungsrate.
%ACTVF	Prozentsatz des physischen Gastsarbeitsspeichers, der durch den Gast referenziert wird. Es handelt sich um einen Durchschnittswert mit schneller Änderungsrate.
%ACTVN	Prozentsatz des physischen Gastsarbeitsspeichers, der durch den Gast referenziert wird. Hierbei handelt es sich um einen Schätzwert. (Diese Statistik wird möglicherweise angezeigt, ist aber nur für die Verwendung mit VMware vorgesehen).
MCTL?	Hinweis, ob Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber installiert ist, oder nicht. **[N]** steht für „Nein“ und **[Y]** für „Ja“.
MCTLSZ (MB)	Physischer Arbeitsspeicher, der vom Ressourcenpool über das Balloon-Verfahren abgerufen wird.
MCTLTGT (MB)	Menge an physischem Arbeitsspeicher, die das ESX/ESXi-System über das Balloon-Verfahren vom Ressourcenpool oder von der virtuellen Maschine zurückzugewinnen versucht.
MCTLMAX (MB)	Maximaler physischer Arbeitsspeicher, den das ESX/ESXi-System über das Balloon-Verfahren vom Ressourcenpool oder der virtuellen Maschine abrufen kann. Dieser Höchstwert hängt vom Gastbetriebssystemtyp ab.
SWCUR (MB)	Aktuelle Nutzung des Auslagerungsspeichers durch diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine.
SWTGT (MB)	Zielwert, den der ESX/ESXi-Host für die Nutzung des Auslagerungsspeichers durch den Ressourcenpool oder die virtuelle Maschine vorsieht.
SWR/s (MB)	Takt, in dem der ESX/ESXi-Host Arbeitsspeicher für den Ressourcenpool oder die virtuelle Maschine von der Festplatte einlagert.
SWW/s (MB)	Takt, in dem der ESX/ESXi-Host Arbeitsspeicher des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine auf die Festplatte auslagert.
CPTRD (MB)	Gelesene Datenmenge der Prüfpunktdatei.
CPTTGT (MB)	Größe der Prüfpunktdatei.
ZERO (MB)	Physische Seiten des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine, die mit Nullen gesetzt sind.
SHRD (MB)	Physische Seiten des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine, die gemeinsam genutzt werden.
SHRDSVD (MB)	Maschinenseiten, die aufgrund gemeinsam genutzter Seiten des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine eingespart werden konnten.
OVHD (MB)	Aktueller Speicherplatz-Overhead des Ressourcenpools.
OVHDMAX (MB)	Maximaler Speicherplatz-Overhead, der durch Ressourcenpools oder virtuelle Maschinen übernommen werden kann.
OVHDUW (MB)	Aktueller Speicherplatz-Overhead für die World eines Benutzers. (Diese Statistik wird möglicherweise angezeigt, ist aber nur für die Verwendung mit VMware vorgesehen).
GST_NDx (MB)	Einem Ressourcenpool auf NUMA-Knoten x zugeteilter Gastarbeitsspeicher. Diese Statistik betrifft ausschließlich NUMA-Systeme.
OVD_NDx (MB)	Einem Ressourcenpool auf NUMA-Knoten x zugeteilter VMM-Overhead-Arbeitsspeicher. Diese Statistik betrifft ausschließlich NUMA-Systeme.

Unter Tabelle A-7 sind die interaktiven Befehle aufgeführt, die Sie mit dem Arbeitsspeicherfenster verwenden können.

Tabelle A-7. Interaktive Befehle im Arbeitsspeicherfenster

Befehl	Beschreibung
M	Sortiert Ressourcenpools oder virtuelle Maschinen nach der Spalte Group Mapped.
B	Sortiert Ressourcenpools oder virtuelle Maschinen nach der Spalte Group Memctl.
N	Sortiert Ressourcenpools oder virtuelle Maschinen nach der Spalte GID. Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.
V	Zeigt ausschließlich Instanzen virtueller Maschinen an.
L	Ändert die angezeigte Länge der Spalte NAME.

Speicheradapterfenster

Die Statistiken im Speicheradapterfenster werden standardmäßig pro Speicheradapter zusammengefasst. Die Statistiken können auch pro Speicherkanal, Ziel oder LUN angezeigt werden.

Im Speicheradapterfenster werden die in Tabelle A-8 gezeigten Informationen angezeigt.

Tabelle A-8. Statistiken im Speicheradapterfenster

Spalte	Beschreibung
ADAPTR	Name des Speicheradapters.
CID	Kanal-ID des Speicheradapters. Diese ID ist nur sichtbar, wenn der zugehörige Adapter erweitert ist. Siehe hierzu den interaktiven Befehl `e` unten.
TID	Ziel-ID des Speicheradapterkanals. Diese ID ist nur sichtbar, wenn der zugehörige Adapter und Kanal erweitert sind. Siehe hierzu die interaktiven Befehle `e` und `a` unten.
LID	Ziel-LUN-ID des Speicheradapterkanals. Diese ID ist nur sichtbar, wenn der zugehörige Adapter und Kanal sowie das zugehörige Ziel erweitert sind. Siehe hierzu die interaktiven Befehle `e`, `a` und `t` unten.
NCHNS	Anzahl an Kanälen.
NTGTS	Anzahl an Zielen.
NLUNS	Anzahl an LUNs.
NWDS	Anzahl an Worlds.
BLKSZ	Blockgröße in Byte. Diese Statistik betrifft ausschließlich LUNs.
AQLEN	Warteschlangentiefe des Speicheradapters. Höchstanzahl an aktiven Befehlen des ESX/ESXi-VMkernels, die der Adaptertreiber per Konfiguration unterstützt.
LQLEN	Warteschlangentiefe der LUN. Anzahl an aktiven Befehlen des ESX/ESXi-VMkernels, die für die LUN höchstens vorhanden sein darf.
%USD	Prozentsatz der Warteschlangentiefe (von Adapter, LUN oder World), die durch aktive Befehle des ESX/ESXi-VMkernels verwendet wird.
LOAD	Verhältnis der aktiven Befehle des ESX/ESXi-VMkernels zuzüglich der in der Warteschlange befindlichen Befehle des ESX/ESXi-VMkernels zur Warteschlangentiefe (von Adapter, LUN oder World).
ACTV	Anzahl an derzeit aktiven Befehlen im ESX/ESXi-VMkernel.
QUED	Aktuelle Anzahl an Befehlen des ESX/ESXi-VMkernels in der Warteschlange.
CMDS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Befehlen.
READS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Lesebefehlen.
WRITES/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Schreibbefehlen.
MBREAD/s	Pro Sekunde gelesene Megabyte.
MBWRTN/s	Pro Sekunde geschriebene Megabyte.

Tabelle A-8. Statistiken im Speicheradapterfenster (Fortsetzung)

Spalte	Beschreibung
DAVG/cmd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Befehl, in Millisekunden.
KAVG/cmd	Durchschnittliche Latenz des ESX/ESXi-VMkernels pro Befehl, in Millisekunden.
GAVG/cmd	Durchschnittliche Betriebssystemlatenz der virtuellen Maschine pro Befehl, in Millisekunden.
DAVG/rd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
KAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des ESX/ESXi-VMkernels pro Lesevorgang, in Millisekunden.
GAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Lesevorgang, in Millisekunden.
DAVG/wr	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
KAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des ESX/ESXi-VMkernels pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
GAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
QAVG/cmd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Befehl, in Millisekunden.
QAVG/rd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
QAVG/wr	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
ABRTS/s	Anzahl an pro Sekunde abgebrochenen Befehlen.
RESETS/s	Anzahl an pro Sekunde zurückgesetzten Befehlen.
PAECMD/s	Anzahl an PAE-Befehlen (Physical Address Extension) pro Sekunde.
PAECP/s	Anzahl an PAE-Kopien pro Sekunde.
SPLTCMD/s	Anzahl an split-Befehlen pro Sekunde.
SPLTCP/s	Anzahl an split-Kopien pro Sekunde.

Unter Tabelle A-9 sind die interaktiven Befehle aufgeführt, die Sie mit dem Speicheradapterfenster verwenden können.

Tabelle A-9. Interaktive Befehle im Speicheradapterfenster

Befehl	Beschreibung
`e`	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige der Speicheradapterstatistiken. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Ziele eines erweiterten Speicheradapters unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe des Adapternamens aufgefordert.
`P`	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige der Speicheradapterstatistiken. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in Pfade eines erweiterten Speicheradapters unterteilt sind. Geht nicht in die Adapterstatistiken ein. Der Benutzer wird zur Eingabe des Adapternamens aufgefordert.
`a`	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige der Speicherkanalstatistiken. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Ziele eines erweiterten Speicherkanals unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe von Adaptername und Kanal-ID aufgefordert. Der Kanalname muss erweitert werden, um den Kanal selbst erweitern zu können.
`t`	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige der Speicherzielstatistiken. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in Pfade eines erweiterten Speicherziels unterteilt sind. Sie werden zur Eingabe des Adapternamens, der Kanal-ID und der Ziel-ID aufgefordert. Der Zielkanal und der Adapter müssen zunächst erweitert werden, bevor das Ziel selbst erweitert werden kann.
`r`	Sortiert nach der Spalte READS/s.
`w`	Sortiert nach der Spalte WRITES/s.
`R`	Sortiert nach der Spalte MBREAD/s.

Tabelle A-9. Interaktive Befehle im Speicheradapterfenster (Fortsetzung)

Befehl	Beschreibung
T	Sortiert nach der Spalte MBWRTN/s.
N	Sortiert zuerst nach der Spalte ADAPTR, dann nach der Spalte CID für jeden Wert ADAPTR, anschließend nach der Spalte TID für jeden Wert CID, anschließend nach der Spalte LID für jeden Wert TID und schließlich nach der Spalte WID für jeden Wert LID. Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.

Speichergerätefenster

Im Speichergerätefenster werden serverweite Speichernutzungsstatistiken angezeigt.

Die Informationen werden standardmäßig pro Speichergerät gruppiert. Darüber hinaus können Sie die Statistiken pro Pfad, World oder Partition gruppieren.

Tabelle A-10. Statistiken im Speichergerätefenster

Spalte	Beschreibung
DEVICE	Name des Speichergeräts.
PATH	Pfadname. Dieser Name ist nur sichtbar, wenn das zugehörige Gerät auf Pfade erweitert ist. Siehe hierzu den interaktiven Befehl p unten.
WORLD	World-ID. Diese ID ist nur sichtbar, wenn das zugehörige Gerät auf Worlds erweitert ist. Siehe hierzu den interaktiven Befehl e unten. Die World-Statistiken werden pro World und pro Gerät angezeigt.
PARTITION	Partitions-ID. Diese ID ist nur sichtbar, wenn das zugehörige Gerät auf Partitionen erweitert ist. Siehe hierzu den interaktiven Befehl t unten.
NPH	Anzahl an Pfaden.
NWD	Anzahl an Worlds.
NPN	Anzahl an Partitionen.
SHARES	Anzahl an Anteilen. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds.
BLKSZ	Blockgröße in Byte.
NUMBLKS	Anzahl an Blöcken des Geräts.
DQLEN	Warteschlangentiefe des Speichergeräts. Die Höchstanzahl an aktiven Befehlen des ESX/ESXi-VMkernels, die das Gerät per Konfiguration unterstützt.
WQLEN	Warteschlangentiefe der World. Die zulässige Höchstanzahl an verfügbaren, aktiven Befehlen des ESX/ESXi-VMkernels für die World. Dieser Höchstwert für die World versteht sich pro Gerät. Er gilt nur, wenn das zugehörige Gerät auf Worlds erweitert ist.
ACTV	Anzahl an derzeit aktiven Befehlen im ESX/ESXi-VMkernel. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
QUED	Aktuelle Anzahl an Befehlen des ESX/ESXi-VMkernels in der Warteschlange. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
%USD	Prozentsatz der Warteschlangentiefe, die durch aktive Befehle des ESX/ESXi-VMkernels verwendet wird. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
LOAD	Verhältnis der aktiven Befehle des ESX/ESXi-VMkernels zuzüglich der in der Warteschlange befindlichen Befehle des ESX/ESXi-VMkernels zur Warteschlangentiefe. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
CMDS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Befehlen.
READS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Lesebefehlen.
WRITES/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Schreibbefehlen.
MBREAD/s	Pro Sekunde gelesene Megabyte.
MBWRTN/s	Pro Sekunde geschriebene Megabyte.

Tabelle A-10. Statistiken im Speichergerätefenster (Fortsetzung)

Spalte	Beschreibung
DAVG/cmd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Befehl, in Millisekunden.
KAVG/cmd	Durchschnittliche Latenz des ESX/ESXi-VMkernels pro Befehl, in Millisekunden.
GAVG/cmd	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Befehl, in Millisekunden.
QAVG/cmd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Befehl, in Millisekunden.
DAVG/rd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
KAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des ESX/ESXi-VMkernels pro Lesevorgang, in Millisekunden.
GAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Lesevorgang, in Millisekunden.
QAVG/rd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
DAVG/wr	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
KAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des ESX/ESXi-VMkernels pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
GAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
QAVG/wr	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
ABRTS/s	Anzahl an pro Sekunde abgebrochenen Befehlen.
RESETS/s	Anzahl an pro Sekunde zurückgesetzten Befehlen.
PAECMD/s	Anzahl an PAE-Befehlen pro Sekunde. Diese Statistik betrifft ausschließlich Pfade.
PAECP/s	Anzahl an PAE-Kopien pro Sekunde. Diese Statistik betrifft ausschließlich Pfade.
SPLTCMD/s	Anzahl an split-Befehlen pro Sekunde. Diese Statistik betrifft ausschließlich Pfade.
SPLTCP/s	Anzahl an split-Kopien pro Sekunde. Diese Statistik betrifft ausschließlich Pfade.

Unter Tabelle A-11 sind die interaktiven Befehle aufgeführt, die Sie mit dem Speichergerätefenster verwenden können.

Tabelle A-11. Interaktive Befehle im Speichergerätefenster

Befehl	Beschreibung
e	Erweitern oder Ausblenden der Speicher-World-Statistiken. Dieser Befehl ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Worlds eines erweiterten Speichergeräts unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe des Gerätenamens aufgefordert. Die Statistiken werden pro World und pro Gerät angezeigt.
p	Erweitern oder Ausblenden der Speicherpfadstatistiken. Dieser Befehl ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Pfade eines erweiterten Speichergeräts unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe des Gerätenamens aufgefordert.
t	Erweitern oder Ausblenden der Speicherpartitionsstatistiken. Dieser Befehl ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Partitionen eines erweiterten Speichergeräts unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe des Gerätenamens aufgefordert.
r	Sortiert nach der Spalte READS/s.
w	Sortiert nach der Spalte WRITES/s.
R	Sortiert nach der Spalte MBREAD/s.
T	Sortiert nach der Spalte MBWRTN.
N	Sortiert zuerst nach der Spalte DEVICE, anschließend nach der Spalte PATH, WORLD und zuletzt nach der Spalte PARTITION. Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.
L	Ändert die angezeigte Länge der Spalte DEVICE.

Speicherfenster der virtuellen Maschine

In diesem Fenster werden Speicherstatistiken angezeigt, in deren Mittelpunkt virtuelle Maschinen stehen.

Die Statistiken werden standardmäßig pro Ressourcenpool zusammengefasst. Eine virtuelle Maschine verfügt über einen zugehörigen Ressourcenpool. Auf diese Weise lassen sich im Fenster tatsächlich die Statistiken für einzelne virtuelle Maschinen anzeigen. Darüber hinaus können Sie die Statistiken pro World oder pro World und Gerät anzeigen.

Tabelle A-12. Statistiken im Speicherfenster virtueller Maschinen

Spalte	Beschreibung
ID	Ressourcenpool-ID des Ressourcenpools der ausgeführten World oder World-ID der ausgeführten World.
GID	Ressourcenpool-ID des Ressourcenpools der ausgeführten World.
NAME	Name des Ressourcenpools der ausgeführten World oder Name der ausgeführten World.
Gerät	Name des Speichergeräts. Dieser Name ist nur sichtbar, wenn die zugehörige World auf Geräte erweitert ist. Siehe hierzu den unten beschriebenen interaktiven Befehl `I`.
NWD	Anzahl an Worlds.
NDV	Anzahl an Geräten. Diese Anzahl gilt nur, wenn der zugehörige Ressourcenpool auf Worlds erweitert ist.
SHARES	Anzahl an Anteilen. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds. Sie gilt nur, wenn der zugehörige Ressourcenpool auf Worlds erweitert ist.
BLKSZ	Blockgröße in Byte. Dieser Wert gilt nur, wenn die zugehörige World auf Geräte erweitert ist.
NUMBLKS	Anzahl an Blöcken des Geräts. Dieser Wert gilt nur, wenn die zugehörige World auf Geräte erweitert ist.
DQLEN	Warteschlangentiefe des Speichergeräts. Die Höchstanzahl an aktiven Befehlen des ESX/ESXi-VMkernels, die das Gerät per Konfiguration unterstützt. Die angezeigte Anzahl gilt nur, wenn die zugehörige World auf Geräte erweitert ist.
WQLEN	Warteschlangentiefe der World. Diese Spalte zeigt die zulässige Höchstanzahl an verfügbaren, aktiven Befehlen des ESX/ESXi-VMkernels für die World. Die Anzahl gilt nur, wenn die zugehörige World auf Geräte erweitert ist. Dieser Höchstwert für die World versteht sich pro Gerät.
ACTV	Anzahl an derzeit aktiven Befehlen im ESX/ESXi-VMkernel. Diese Anzahl betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
QUED	Aktuelle Anzahl an Befehlen des ESX/ESXi-VMkernels in der Warteschlange. Diese Anzahl betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
%USD	Prozentsatz der Warteschlangentiefe, die durch aktive Befehle des ESX/ESXi-VMkernels verwendet wird. Diese Anzahl betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
LOAD	Verhältnis der aktiven Befehle des ESX/ESXi-VMkernels zuzüglich der in der Warteschlange befindlichen Befehle des ESX/ESXi-VMkernels zur Warteschlangentiefe. Diese Anzahl betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
CMDS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Befehlen.
READS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Lesebefehlen.
WRITES/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Schreibbefehlen.
MBREAD/s	Pro Sekunde gelesene Megabyte.
MBWRTN/s	Pro Sekunde geschriebene Megabyte.
DAVG/cmd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Befehl, in Millisekunden.
KAVG/cmd	Durchschnittliche Latenz des ESX/ESXi-VMkernels pro Befehl, in Millisekunden.
GAVG/cmd	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Befehl, in Millisekunden.
QAVG/cmd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Befehl, in Millisekunden.

Tabelle A-12. Statistiken im Speicherfenster virtueller Maschinen (Fortsetzung)

Spalte	Beschreibung
DAVG/rd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
KAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des ESX/ESXi-VMkernels pro Lesevorgang, in Millisekunden.
GAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Lesevorgang, in Millisekunden.
QAVG/rd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
DAVG/wr	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
KAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des ESX/ESXi-VMkernels pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
GAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
QAVG/wr	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
ABRTS/s	Anzahl an pro Sekunde abgebrochenen Befehle, in Millisekunden.
RESETS/s	Anzahl an pro Sekunde zurückgesetzten Befehle, in Millisekunden.

Unter Tabelle A-13 sind die interaktiven Befehle aufgeführt, die Sie mit dem Speicherfenster virtueller Maschinen verwenden können.

Tabelle A-13. Interaktive Befehle im Speicherfenster virtueller Maschinen

Befehl	Beschreibung
e	Erweitern oder Ausblenden der Speicher-World-Statistiken. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Worlds einer Gruppe unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe der Gruppen-ID aufgefordert. Die Statistiken werden pro World angezeigt.
l	Erweitern oder Ausblenden der Statistiken des Speichergeräts (LUN). Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Geräte einer erweiterten World unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe der World-ID aufgefordert.
V	Zeigt ausschließlich Instanzen virtueller Maschinen an.
r	Sortiert nach der Spalte READS/s.
w	Sortiert nach der Spalte WRITES/s.
R	Sortiert nach der Spalte MBREAD/s.
T	Sortiert nach der Spalte MBWRTN/s.
N	Sortiert zuerst nach der Spalte mit den virtuellen Maschinen und anschließend nach der Spalte **[WORLD]** . Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.
L	Ändert die angezeigte Länge der Spalte NAME.

Netzwerkfenster

Im Netzwerkfenster werden serverweite Netzwerknutzungsstatistiken angezeigt.

Die Statistiken sind für jedes konfigurierte virtuellen Netzwerkgerät pro Port angeordnet. Statistiken zu physischen Netzwerkadaptern finden Sie in der Zeile für den Port, mit dem der physische Netzwerkadapter verbunden ist. Statistiken zu einem, in einer bestimmten virtuellen Maschine konfigurierten, virtuellen Netzwerkadapter finden Sie in der Zeile für den Port, mit dem der virtuelle Netzwerkadapter verbunden ist.

Tabelle A-14. Statistiken im Netzwerkfenster

Spalte	Beschreibung
PORT-ID	Port-ID des virtuellen Netzwerkgeräts.
UPLINK	Y bedeutet, dass der zugehörige Port ein Uplink ist. N bedeutet, dass nicht im Vollduplexmodus ist.
UP	Y bedeutet, dass die zugehörige Verbindung aktiv ist. N bedeutet, dass nicht im Vollduplexmodus ist.

Tabelle A-14. Statistiken im Netzwerkfenster (Fortsetzung)

Spalte	Beschreibung
SPEED	Verbindungsgeschwindigkeit in Megabit pro Sekunde.
FDUPLX	Y bedeutet, dass die zugehörige Verbindung im Vollduplexmodus arbeitet. N bedeutet, dass nicht im Vollduplexmodus ist.
USED-BY	Portbenutzer des virtuellen Netzwerkgeräts.
DTYP	Typ des virtuellen Netzwerkgeräts. H steht für HUB und S für Switch.
DNAME	Name des virtuellen Netzwerkgeräts.
PKTTX/s	Anzahl an pro Sekunde übertragenen Paketen.
PKTRX/s	Anzahl an pro Sekunde empfangenen Paketen.
MbTX/s	Pro Sekunde übertragene Megabit.
MbRX/s	Pro Sekunde empfangene Megabit.
%DRPTX	Prozentsatz an verlorenen Übertragungspaketen.
%DRPRX	Prozentsatz an verlorenen Empfangspaketen.
TEAM-PNIC	Name der physischen Netzwerkkarte, die für den Team-Uplink verwendet wird.

Unter Tabelle A-15 sind die interaktiven Befehle aufgeführt, die Sie mit dem Netzwerkfenster verwenden können.

Tabelle A-15. Interaktive Befehle im Netzwerkfenster

Befehl	Beschreibung
`T`	Sortiert nach der Spalte Mb Tx.
`R`	Sortiert nach der Spalte Mb Rx.
`t`	Sortiert nach der Spalte Packets Tx.
`r`	Sortiert nach der Spalte Packets Rx.
`N`	Sortiert nach der Spalte PORT-ID. Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.
`L`	Ändert die angezeigte Länge der Spalte DNAME.

Interrupt-Fenster

Im Interrupt-Fenster werden Informationen zur Verwendung von Interrupt-Vektoren angezeigt.

Tabelle A-16. Statistiken im Interrupt-Fenster

Spalte	Beschreibung
VECTOR	ID des Interrupt-Vektors.
COUNT/s	Gesamtanzahl an Interrupts pro Sekunde. Dieser Wert ist die Summe der Zahlen für die einzelnen CPUs.
COUNT_x	Interrupts pro Sekunde auf CPU x.
TIME/int	Durchschnittliche Verarbeitungszeit pro Interrupt (in Mikrosekunden).
TIME_x	Durchschnittliche Verarbeitungszeit pro Interrupt auf CPU x (in Mikrosekunden).
DEVICES	Geräte, die den Interrupt-Vektor verwenden. Wenn der Interrupt-Vektor für das Gerät nicht aktiviert ist, wird dessen Name in spitze Klammern (< und >) gesetzt.

Verwenden des Batch-Modus

Mithilfe des Batch-Modus können Sie Ressourcennutzungsstatistiken in einer Datei erfassen und speichern.

Nachdem Sie den Batch-Modus vorbereitet haben, können Sie `esxtop` oder `resxtop` in diesem Modus verwenden.

Vorbereiten des Batch-Modus

Für die Ausführung im Batch-Modus sind einige vorbereitende Schritte erforderlich.

Vorgehensweise

1 Führen Sie `resxtop` (oder `esxtop`) im interaktiven Modus aus.

2 Aktivieren Sie in jedem Fenster die gewünschten Spalten.

3 Speichern Sie diese Konfiguration mithilfe des interaktiven Befehls `W` in einer Datei (standardmäßig `~/.esxtop4rc`).

Sie können jetzt `resxtop` (oder `esxtop`) im Batch-Modus verwenden.

Verwenden von „esxtop“ oder „resxtop“ im Batch-Modus

Nachdem Sie den Batch-Modus vorbereitet haben, können Sie `esxtop` oder `resxtop` in diesem Modus verwenden.

Vorgehensweise

1 Starten Sie `resxtop` (oder `esxtop`), um die Ausgabe in eine Datei umzuleiten.

Beispiel:

```
esxtop –b > my_file.csv
```

Der Dateiname muss die Erweiterung `.csv` besitzen. Diese ist zwar für das Dienstprogramm selbst nicht zwingend erforderlich, jedoch für die nachverarbeitenden Tools.

2 Die im Batch-Modus erfassten Statistiken können mithilfe von Tools, wie z. B. Microsoft Excel und Perfmon, verarbeitet werden.

Im Batch-Modus akzeptiert `resxtop` (oder `esxtop`) keine interaktiven Befehle. Das Dienstprogramm wird so lange im Batch-Modus ausgeführt, bis die Anzahl an angeforderten Wiederholungen erreicht wurde (weitere Informationen hierzu finden Sie unten in der Erläuterung zur Befehlszeilenoption `n`) oder der Vorgang durch Drücken der Tastenkombination STRG+C abgebrochen wird.

Befehlszeilenoptionen im Batch-Modus

Sie können den Batch-Modus mit Befehlszeilenoptionen verwenden.

Im Batch-Modus stehen die in Tabelle A-17 aufgeführten Befehlszeilenoptionen zur Verfügung.

Tabelle A-17. Befehlszeilenoptionen im Batch-Modus

Option	Beschreibung
`a`	Zeigt alle Statistiken an. Diese Option setzt die Einstellungen der Konfigurationsdateien außer Kraft und zeigt alle Statistiken an. Bei der Konfigurationsdatei kann es sich um die Standardkonfigurationsdatei `~/.esxtop4rc` oder eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei handeln.
`b`	Führt `resxtop` (oder `esxtop`) im Batch-Modus aus.
`c` <Dateiname>	Lädt eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei. Wenn die Option `–c` nicht verwendet wird, lautet der Name der Standardkonfigurationsdatei „~/.esxtop4rc“. Mit dem interaktiven Einzeltastenbefehl `W` können Sie eine eigene Konfigurationsdatei mit einem anderen Dateinamen erstellen.

Tabelle A-17. Befehlszeilenoptionen im Batch-Modus (Fortsetzung)

Option	Beschreibung
d	Legt die Verzögerung zwischen Statistik-Snapshots fest. Die Standardeinstellung ist fünf Sekunden. Die Mindestverzögerung beträgt zwei Sekunden. Wird ein Wert unter zwei Sekunden festgelegt, wird die Verzögerung automatisch auf zwei Sekunden gesetzt.
n	Anzahl an Wiederholungen. `resxtop` (oder `esxtop`) erfasst und speichert Statistiken entsprechend der Anzahl an Wiederholungen und wird dann beendet.
Server	Name des Remoteserverhosts, mit dem die Verbindung hergestellt werden soll (nur für `resxtop` erforderlich).
Portnummer	Portnummer mit der die Verbindung auf dem Remoteserver hergestellt werden soll. Die Standardportnummer lautet 443. Diese Option wird nur benötigt, wenn diese Portnummer auf dem Server geändert wurde. (gilt nur für `resxtop`)
Benutzername	Zu authentifizierender Benutzername beim Verbinden mit dem Remotehost. Sie werden vom Remoteserver aufgefordert, ein Kennwort einzugeben (gilt nur für `resxtop`).

Verwenden des Wiedergabemodus

Im Wiedergabemodus gibt `esxtop` Ressourcennutzungsstatistiken wieder, die mithilfe von `vm-support` erfasst wurden.

Nachdem Sie den Wiedergabemodus vorbereitet haben, können Sie „esxtop“ in diesem Modus verwenden. Weitere Informationen finden Sie auf der Manpage `vm-support`.

Im Wiedergabemodus akzeptiert `esxtop` dieselben interaktiven Befehle wie im interaktiven Modus und wird so lange ausgeführt, bis keine zu lesenden Snapshots mehr durch `vm-support` erfasst werden oder die angeforderte Anzahl an Wiederholungen abgeschlossen ist.

Vorbereiten des Wiedergabemodus

Für die Ausführung im Wiedergabemodus sind einige vorbereitende Schritte erforderlich.

Vorgehensweise

1 Führen Sie `vm-support` im Snapshot-Modus auf der ESX-Servicekonsole aus.

Verwenden Sie den folgenden Befehl.

```
vm-support -S -d Dauer -I Intervall
```

2 Entpacken Sie die daraus resultierende TAR-Datei, damit `esxtop` die Datei im Wiedergabemodus verwenden kann.

Sie können `esxtop` jetzt im Wiedergabemodus verwenden.

Verwenden von „esxtop“ im Wiedergabemodus

Sie können `esxtop` im Wiedergabemodus verwenden.

Der Wiedergabemodus muss nicht auf der ESX-Servicekonsole ausgeführt werden. Er kann ähnlich wie der Batch-Modus ausgeführt werden, um bestimmte Ausgaben zu erzeugen (weitere Informationen finden Sie unten in der Erläuterung zur Befehlszeilenoption `b`).

Vorgehensweise

- Geben Sie Folgendes in die Befehlszeile ein, um den Wiedergabemodus zu aktivieren.

```
esxtop -R <vm-support_Verzeichnispfad>
```

Befehlszeilenoptionen im Wiedergabemodus

Sie können den Wiedergabemodus mit Befehlszeilenoptionen verwenden.

Unter Tabelle A-18 sind die für den `esxtop`-Wiedergabemodus verfügbaren Befehlszeilenoptionen aufgelistet.

Tabelle A-18. Befehlszeilenoptionen im Wiedergabemodus

Option	Beschreibung
`R`	Pfad zum Verzeichnis des über „vm-support“ erfassten Snapshots.
`a`	Zeigt alle Statistiken an. Diese Option setzt die Einstellungen der Konfigurationsdateien außer Kraft und zeigt alle Statistiken an. Bei der Konfigurationsdatei kann es sich um die Standardkonfigurationsdatei `~/.esxtop4rc` oder eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei handeln.
`b`	Führt `esxtop` im Batch-Modus aus.
`c` <Dateiname>	Lädt eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei. Wenn die Option `-c` nicht verwendet wird, lautet der Name der Standardkonfigurationsdatei „~/.esxtop4rc“. Mit dem interaktiven Einzeltastenbefehl `W` können Sie eine eigene Konfigurationsdatei erstellen und einen anderen Dateinamen angeben.
`d`	Legt die Verzögerung bis zum nächsten Update des Fensters fest. Die Standardeinstellung ist fünf Sekunden. Die Mindestverzögerung beträgt zwei Sekunden. Wird ein Wert unter zwei Sekunden festgelegt, wird die Verzögerung automatisch auf zwei Sekunden gesetzt.
`n`	Anzahl an Wiederholungen. `esxtop` aktualisiert die Anzeige entsprechend der Anzahl an Wiederholungen und wird dann beendet.

Erweiterte Attribute

B

Sie können erweiterte Attribute für Hosts oder individuelle virtuelle Maschinen festlegen, um die Ressourcenverwaltung besser anpassen zu können.

In den meisten Fällen führt das Anpassen der Basiseinstellungen für die Ressourcenzuteilung (Reservierung, Grenzwert, Anteile) oder das Annehmen der Standardeinstellungen zu der entsprechenden Ressourcenzuteilung. Sie können jedoch erweiterte Attribute zum Anpassen der Ressourcenverwaltung für einen Host oder eine bestimmte virtuelle Maschine verwenden.

Dieser Anhang behandelt die folgenden Themen:

- „Festlegen von erweiterten Hostattributen“, auf Seite 109
- „Festlegen von erweiterten Attributen von virtuellen Maschinen“, auf Seite 112

Festlegen von erweiterten Hostattributen

Sie können für einen Host erweiterte Hostattribute festlegen.

Vorsicht Es wird empfohlen, dass nur erfahrene Benutzer erweiterte Hostattribute festlegen. In den meisten Fällen werden mit den Standardeinstellungen bereits beste Ergebnisse erzielt.

Vorgehensweise

1. Wählen Sie den anzupassenden Host im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients aus.
2. Klicken Sie auf die Registerkarte **[Konfiguration]** .
3. Klicken Sie im Menü **[Software]** auf **[Erweiterte Einstellungen]** .
4. Wählen Sie im angezeigten Dialogfeld **[Erweiterte Einstellungen (Advanced Settings)]** das gewünschte Element aus (z. B. **[CPU]** oder **[Arbeitsspeicher (Memory)]**), und blättern Sie anschließend im rechten Fenster, um ein Attribut zu suchen und zu ändern.

Erweiterte CPU-Attribute

Sie können die erweiterten CPU-Attribute zum Anpassen der CPU-Ressourcennutzung verwenden.

Tabelle B-1. Erweiterte CPU-Attribute

Attribut	Beschreibung
CPU.MachineClearThreshold	Wenn Sie einen für Hyper-Threading aktivierten Host verwenden, legen Sie diesen Wert auf „0“ fest, um die Quarantäne zu deaktivieren.
Power.CpuPolicy	Wenn Sie dieses Attribut auf den Standardwert 'static' festlegen, werden die CPU-Energieverwaltungszustände durch VMkernel nicht direkt festgelegt. Es reagiert nur auf Anforderungen des BIOS. Wenn Sie diese Richtlinie aktivieren (auf „dynamic“), wählt VMkernel dynamisch entsprechende Energieverwaltungszustände auf Basis der aktuellen Nutzung. Dadurch kann Energie gespart werden, ohne dass die Leistung darunter leidet. Wenn Sie diese Option auf einem System, aktivieren das die Energieverwaltung nicht unterstützt, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

Erweiterte Arbeitsspeicherattribute

Sie können die erweiterten Arbeitsspeicherattribute zum Anpassen der Arbeitsspeicherressourcennutzung verwenden.

Tabelle B-2. Erweiterte Arbeitsspeicherattribute

Attribut	Beschreibung	Standard
Mem.CtlMaxPercent	Begrenzt die maximale Menge des über `vmmemctl`von einer beliebigen virtuellen Maschine abrufbaren Arbeitsspeichers auf Basis eines Prozentsatzes der jeweiligen konfigurierten Arbeitsspeichergröße. Legen Sie „0“ fest, um die Rückgewinnung unter Verwendung von `vmmemctl` für alle virtuellen Maschinen zu deaktivieren.	65
Mem.ShareScanTime	Legt den Zeitraum in Minuten fest, in dem eine gesamte virtuelle Maschine auf Gelegenheiten für die gemeinsame Seitennutzung geprüft wird. Die Standardeinstellung sind 60 Minuten.	60
Mem.ShareScanGHz	Legt die Höchstmenge an Arbeitsspeicherseiten fest, die (pro Sekunde) auf Gelegenheiten zur gemeinsamen Arbeitsspeichernutzung für jedes GHz der verfügbaren CPU-Ressource des Hosts geprüft wird. Der Standardwert ist 4 MB/s pro 1 GHz.	4
Mem.IdleTax	Legt die Rate der Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher als Prozentsatz fest. Durch diese Belastung werden die virtuellen Maschinen auf wirksame Weise höher für Arbeitsspeicher im Leerlauf als für aktiv genutzten Arbeitsspeicher belastet. Eine Belastungrate von 0 Prozent definiert eine Zuteilungsrichtlinie, die Working Sets ignoriert und Arbeitsspeicher strikt nach Anteilen zuteilt. Über die Zuteilungsrichtlinie bei einer hohen Belastungsrate lässt sich Arbeitsspeicher im Leerlauf, der unproduktiverweise durch virtuelle Maschinen angesammelt wird, an anderer Stelle neu zuteilen.	75
Mem.SamplePeriod	Legt das periodische Zeitintervall innerhalb der Ausführungszeit einer virtuellen Maschine in Sekunden fest, über das die Arbeitsspeicheraktivität zum Schätzen der Working Set-Größe überwacht wird.	60
Mem.BalancePeriod	Legt das periodische Zeitintervall für automatische Neuzuteilungen von Arbeitsspeicher in Sekunden fest. Neuzuteilungen können auch durch signifikante Größenänderungen des freien Arbeitsspeichers ausgelöst werden.	15

Tabelle B-2. Erweiterte Arbeitsspeicherattribute (Fortsetzung)

Attribut	Beschreibung	Standard
Mem.AllocGuestLargePage	Setzen Sie diese Option auf **[1]** , damit große Seiten des Gasts durch große Seiten des Hosts gesichert werden. Reduziert TLB-Fehler und verbessert die Leistung von Serverarbeitslasten, die auf große Seiten des Gasts zugreifen. 0=Deaktivieren.	1
Mem.AllocUsePSharePool und Mem.AllocUseGuestPool	Setzen Sie diese Optionen auf **[1]** , um die Arbeitsspeicherfragmentierung zu verringern. Durch einen fragmentierten Hostarbeitsppeicher wird die Verfügbarkeit von großen Seiten des Hosts verringert. Die Wahrscheinlichkeit, dass große Seiten des Gasts durch große Seiten des Hosts gesichert werden, wird auf durch diese Optionen erhöht. 0=Deaktivieren.	1
LPage.LPageDefragEnable	Legen Sie diese Option auf „1“ fest, um das Defragmentieren von großen Seiten zu aktivieren. 0=Deaktivieren.	1
LPage.LPageDefragRateVM	Maximale Anzahl der Versuche pro Sekunde und virtueller Maschine, große Seiten zu defragmentieren. Zulässige Wert liegen zwischen 1 und 1024.	2
LPage.LPageDefragRateTotal	Maximale Anzahl der Versuche pro Sekunde, große Seiten zu defragmentieren. Zulässige Wert liegen zwischen 1 und 10240.	8
LPage.LPageAlwaysTryForNPT	Legen Sie diese Option auf „1“ fest, damit immer versucht werden soll, große Seiten für verschachtelte Seitentabellen (NPT = nested page table) zuzuteilen. 0=Deaktivieren. Wenn Sie diese Option aktivieren, wird der gesamte Gastarbeitsspeicher in Maschinen, die verschachtelte Seitentabellen verwenden (z. B. AMD Barcelona), durch große Seiten gestützt. Ist NPT nicht verfügbar, wird nur ein Teil des Gastarbeitsspeichers durch große Seiten gestützt.	1

Erweiterte NUMA-Attribute

Sie können die erweiterten NUMA-Attribute zum Anpassen der NUMA-Nutzung verwenden.

Tabelle B-3. Erweiterte NUMA-Attribute

Attribut	Beschreibung	Standard
Numa.RebalanceEnable	Diese Option wird auf 0 gesetzt, um die gesamte NUMA-Neuverteilung und die anfängliche Platzierung virtueller Maschinen zu deaktivieren und den NUMA-Scheduler wirksam außer Kraft zu setzen.	1
Numa.PageMigEnable	Wenn Sie diese Option auf 0 setzen, werden Seiten zwischen Knoten vom System nicht automatisch migriert, um so die Vielfachbelegung des Arbeitsspeichers zu verbessern. Manuell festgelegte Seitenmigrationsraten sind weiterhin gültig.	1
Numa.AutoMemAffinity	Wenn Sie diese Option auf 0 setzen, wird die Arbeitsspeicheraffinität für virtuelle Maschinen mit angegebener CPU-Affinität nicht automatisch vom System festgelegt.	1
Numa.MigImbalanceThreshold	Der NUMA-Scheduler berechnet das CPU-Ungleichgewicht zwischen den Knoten, das für die Differenz zwischen der CPU-Zeitberechtigung einer virtuellen Maschine und dem tatsächlichen Verbrauch verantwortlich ist. Durch diese Option wird das minimale Lastungleichgewicht zwischen Knoten in Prozent festgelegt, das zum Auslösen der Migration einer virtuellen Maschine erforderlich ist.	10

Tabelle B-3. Erweiterte NUMA-Attribute (Fortsetzung)

Attribut	Beschreibung	Standard
Numa.RebalancePeriod	Steuert die Häufigkeit der Neuverteilungsperioden in Millisekunden. Eine häufigere Neuverteilung kann zu erhöhten CPU-Overheads führen, insbesondere bei Maschinen mit einer großen Anzahl an gerade ausgeführten virtuellen Maschinen. Darüber hinaus kann das Gleichgewicht durch eine häufigere Neuverteilung verbessert werden.	2000
Numa.RebalanceCoresTotal	Legt die Mindestanzahl an insgesamt auf einem Host vorhandenen Prozessorkerne fest, die zur Aktivierung des NUMA-Schedulers erforderlich ist.	4
Numa.RebalanceCoresNode	Legt die Mindestanzahl an Prozessorkernen pro Knoten fest, die zur Aktivierung des NUMA-Schedulers erforderlich ist. Diese Option sowie Numa.RebalanceCoresTotal sind dann nützlich, wenn die NUMA-Neuverteilungsfunktion bei kleineren NUMA-Konfigurationen deaktiviert wird (beispielsweise bei 2-Wege-Opteron-Hosts), bei denen die geringe Anzahl an Prozessoren insgesamt bzw. an Prozessoren pro Knoten eine faire Verteilung beim Aktivieren der NUMA-Neuverteilungsfunktion beeinträchtigen kann.	2
VMkernel.Boot.sharePerNode	Steuert, ob Arbeitsspeicherseiten nur innerhalb eines einzelnen NUMA-Knotens oder über mehrere NUMA-Knoten gemeinsam genutzt (dedupliziert) werden können. Im Gegensatz zu den anderen NUMA-Optionen erscheint diese Option unter „VMkernel“ in dem Dialogfeld „Erweiterte Einstellungen“. Dies ist darauf zurückzuführen, dass VMkernel.Boot.sharePerNode im Gegensatz zu anderen hier gezeigten NUMA-Optionen, die im laufenden Betrieb geändert werden können, eine Startoption ist, die erst nach einem Neustart in Kraft tritt.	True (ausgewählt)

Festlegen von erweiterten Attributen von virtuellen Maschinen

Sie können erweiterte Attribute für virtuelle Maschinen festlegen.

Vorgehensweise

1 Klicken Sie mit der rechten Maustaste im Bestandslistenfenster des vSphere-Clients auf eine virtuelle Maschine und wählen Sie im Kontextmenü **[Einstellungen bearbeiten]** aus.

2 Klicken Sie auf **[Optionen (Options)]** und anschließend auf **[Erweitert (Advanced)] > [Allgemein (General)]** .

3 Klicken Sie auf die Schaltfläche **[Konfigurationsparameter]** .

4 Klicken Sie im angezeigten Dialogfeld auf **[Zeile hinzufügen (Add Row)]** , um einen neuen Parameter und den zugehörigen Wert einzugeben.

Erweiterte Attribute für virtuelle Maschinen

Sie können die erweiterten Attribute von virtuellen Maschinen zum Anpassen der Konfiguration virtueller Maschinen verwenden.

Tabelle B-4. Erweiterte Attribute für virtuelle Maschinen

Attribut	Beschreibung
sched.mem.maxmemctl	Höchstgröße des von der ausgewählten virtuellen Maschine über das Balloon-Verfahren zurückgenommenen Arbeitsspeichers in Megabyte (MB). Wenn der ESX/ESXi-Host zusätzlichen Arbeitsspeicher abrufen muss, wird eine Auslagerung erzwungen. Eine Auslagerung ist weniger wünschenswert als die Anwendung des Balloon-Verfahrens.
sched.mem.pshare.enable	Aktiviert die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung für eine ausgewählte virtuelle Maschine. Dieser boolesche Wert ist standardmäßig auf True gesetzt. Wird er für eine virtuelle Maschine auf „False“ gesetzt, wird die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung deaktiviert.
sched.swap.persist	Legt fest, ob die Auslagerungsdateien einer virtuellen Maschine beim Ausschalten beibehalten oder gelöscht werden sollen. Das System erstellt beim Einschalten der virtuellen Maschine standardmäßig eine Auslagerungsdatei und löscht diese beim Ausschalten.
sched.swap.dir	VMFS-Verzeichnis, in dem sich die Auslagerungsdatei der virtuellen Maschine befindet. Standardmäßig ist dies das Arbeitsverzeichnis der virtuellen Maschine, also das VMFS-Verzeichnis, in dem die Konfigurationsdatei der virtuellen Maschine enthalten ist. Dieses Verzeichnis muss auf einem Host bleiben, auf den die virtuelle Maschine zugreifen kann. Wenn Sie die virtuelle Maschine (oder einen Klon davon) verschieben, müssen Sie dieses Attribut möglicherweise zurücksetzen.

Index

A

Alarme **74**
AMD Opteron-basierte Systeme **53, 81, 85, 111**
Anbieter von Ressourcen **7**
anfängliche Platzierung, NUMA **83**
Anteile **9**
Anwendungen
  CPU-gebunden **18**
  Einzel-Thread **18**
Arbeitsspeicher
  Abrufen von ungenutztem Arbeitsspeicher **35**
  Balloon-Treiber **35**
  erweiterte Attribute **110**
  gemeinsam nutzen **29**
  gemeinsame Nutzung durch mehrere virtuelle Maschinen **39**
  Overhead **28**
  Overhead, Grundlegendes **33**
  Servicekonsole **27**
  Überbelegung **29, 38**
  Verwalten von Zuteilungen **27, 31**
  Virtualisierung **27**
  virtuelle Maschinen **35**
Arbeitsspeicher, Leerlaufbelastung **35**
Arbeitsspeicheraffinität, NUMA-Knoten **87**
Arbeitsspeichernutzung **39**
Arbeitsspeichervirtualisierung
  Hardwaregestützt **30**
  softwarebasiert **29**
Auslagerungsbereich **38**
Auslagerungsdatei
  löschen **38**
  Speicherort **37**
  verwenden **36**
Automatisierungsmodi, virtuelle Maschinen **56**

B

Ballooning, Arbeitsspeicher **35**
Baseboard Management Controller (BMC) **70**
Batch-Modus
  Befehlszeilenoptionen **106**
  Vorbereiten **106**
benutzerdefinierter Automatisierungsmodus **56**

C

CPU
  erweiterte Attribute **110**
  Überbelegung **17**
  Verwalten von Zuteilungen **17, 19**
  Zugangssteuerung **24**
CPU-Affinität
  Hyper-Threading **21**
  mögliche Probleme **24**
  NUMA-Knoten **87**
CPU-Energieeffizienz **25**
CPU-Fenster
  esxtop **93**
  resxtop **93**
CPU-gebundene Anwendungen **18**
CPU-Virtualisierung
  Hardwaregestützt **18**
  softwarebasiert **18**
CPU.MachineClearThreshold **23, 110**

D

DPM
  aktivieren **72**
  Außerkraftsetzungen **73**
  Automatisierungsebene **72**
  Letztes Beenden des Standby-Modus **73**
  Schwellenwert **73**
  überwachen **74**
  und Zugangssteuerung **15**
DRS
  anfängliche Platzierung **49, 50**
  deaktivieren **57**
  Einzelne virtuelle Maschine einschalten **50**
  Gruppe einschalten **50**
  Information **76**
  Lastenausgleich **49**
  manuell **55**
  Migration **49**
  Migrationsempfehlungen **53**
  Migrieren von virtuellen Maschinen **51**
  Teilautomatisiert **55**
  VMotion-Netzwerk **53**
  Vollautomatisiert **55**
DRS-Aktionen, Verlauf **77**
DRS-Cluster
  Allgemeine Informationen **75**

Als Anbieter von Ressourcen **7**
Anzeigen von Daten **75**
erstellen **55**
gemeinsam genutzter Speicher **53**
gemeinsam genutztes VMFS-Volume **53**
Gültigkeit **65**
Hinzufügen nicht verwalteter Hosts **62**
Hinzufügen verwalteter Hosts **61**
Prozessorkompatibilität **53**
Verwalten von Ressourcen mit **59**
Voraussetzungen **53**
DRS-Empfehlungen
Gründe **77**
Priorität **77**
DRS-Fehler **77**
DRS-Handbuch zur Fehlerbehebung **78**
DRS-Migrationsschwellenwert **52**
DRS-Regeln
bearbeiten **60**
deaktivieren **60**
erstellen **60**
löschen **61**
DRS-Ressourcenverteilungsdiagramm **76**
Dual-Core, virtuelle Maschine **17**
Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS) **25**
dynamischer Lastenausgleich, NUMA **83**

E

Einschalten einer einzelnen virtuellen Maschine **50**
Einstellungen für die Ressourcenzuteilung
ändern **11**
Anteile **9**
Grenzwert **10**
Reservierung **10**
Vorschläge **11**
Einzel-Thread-Anwendungen **18**
Einzelne virtuelle Maschine einschalten **50**
Einzelprozessor, virtuelle Maschine **17**
Enhanced VMotion Compatibility (EVC) **18, 53, 55, 75**
erweiterbare Reservierungen, Beispiel **47**
erweiterte Attribute
Arbeitsspeicher **110**
CPU **110**
Hosts **109**
NUMA **111**
virtuelle Maschinen **112**
ESX/ESXi
Arbeitsspeicherrückgewinnung **35**
Arbeitsspeicherzuteilung **34**
esxtop
Arbeitsspeicherfenster **96**
Batch-Modus **106**
Befehlszeilenoptionen im interaktiven Modus **91**
CPU-Fenster **93**
Einzeltastenbefehle im interaktiven Modus **92**
gemeinsame Statistikbeschreibung **91**
interaktiver Modus **90**
Interrupt-Fenster **105**
Leistungsüberwachung **89**
Netzwerkfenster **104**
Reihenfolge (Seiten) **92**
Speicheradapterfenster **99**
Speicherfenster der virtuellen Maschine **103**
Speichergerätefenster **101**
Statistikspalten **92**
Wiedergabemodus **107**

F

Fehler bei Standby-Beendigung **74**

G

Gelbe DRS-Cluster **68**
Gemeinsame Arbeitsspeichernutzung **29**
Grenzwert **10**
Gruppe einschalten **50**
Gültige DRS-Cluster **65**

H

hierarchisch gleichwertig **41**
Hosts
Als Anbieter von Ressourcen **7**
Entfernen aus einem DRS-Cluster **63**
erweiterte Attribute **109**
Hinzufügen zu DRS-Clustern **61, 62**
wechseln in den Wartungsmodus **64**
Hyper-Threading
aktivieren **21**
Auswirkungen auf die Leistung **20**
CPU-Affinität **21**
CPU.MachineClearThreshold **23**
deaktivieren **19**
Deaktivieren der Quarantäne **110**
Modi für den gemeinsamen Kernzugriff **22**
Serverkonfiguration für **22**
und ESX/ESXi **21**
unter Quarantäne stellen **23**
Hyper-Threading-Modi **22**

I

IBM Enterprise X-Architektur **85**

iLO, konfigurieren **70**
Intelligent Platform Management Interface (IPMI), konfigurieren **70**

L

Lastenausgleich, virtuelle Maschinen **51**
Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher **35**
Leistung, CPU-gebundene Anwendungen **18**
Leistungsüberwachung **89**
Letztes Beenden des Standby-Modus **73**
Logische Prozessoren **19, 20**
Lokale Auslagerung auf einem Host
  DRS-Cluster **37**
  Eigenständiger Host **37**
LPage.LPageAlwaysTryForNPT **110**
LPage.LPageDefragEnable **110**
LPage.LPageDefragRateTotal **110**
LPage.LPageDefragRateVM **110**

M

manuelle DRS **55**
Mem.AllocGuestLargePage **110**
Mem.AllocUseGuestPool **110**
Mem.AllocUsePSharePool **110**
Mem.BalancePeriod **110**
Mem.CtlMaxPercent **110**
Mem.IdleTax **35, 110**
Mem.SamplePeriod **34, 110**
Mem.ShareScanGHz **39, 110**
Mem.ShareScanTime **39, 110**
Migrationsempfehlungen **53**

N

NUMA
  AMD Opteron-basierte Systeme **85**
  Beschreibung **81**
  CPU-Affinität **87**
  dynamischer Lastenausgleich **83**
  erweiterte Attribute **111**
  Gemeinsame Nutzung von Arbeitsspeicherseiten **83**
  IBM Enterprise X-Architektur **85**
  manuelle Steuerelemente **86**
  Optimierungsalgorithmen **83**
  planen **82**
  Seitenmigration **83**
  Stammknoten **83**
  Stammknoten und anfängliche Platzierung **83**
  transparente gemeinsame Seitennutzung **83**
  Unterstützte Architekturen **85**
Numa.AutoMemAffinity **111**
Numa.MigImbalanceThreshold **111**
Numa.PageMigEnable **111**
Numa.RebalanceCoresNode **111**
Numa.RebalanceCoresTotal **111**
Numa.RebalanceEnable **111**
Numa.RebalancePeriod **111**

O

Opteron **85**
Overhead, Arbeitsspeicher **28**

P

Physische Prozessoren **19**
Physischer Arbeitsspeicher, Nutzung **32**
Power.CpuPolicy **25, 110**
Prozessoren mit mehreren Kernen **20**
Prozessorspezifisches Verhalten **18**

R

Registerkarte „DRS“
  Seite „Empfehlungen“ **77**
  Seite „Fehler“ **78**
  Seite „Verlauf“ **79**
  verwenden **77**
Registerkarte „Übersicht“ des DRS-Clusters **75**
Reservierung **10**
Ressourcenpools
  Attribute **43**
  Attribute ändern **45**
  Entfernen virtueller Maschinen **46**
  erstellen **43, 44**
  hierarchisch gleichwertig **41**
  Hinzufügen virtueller Maschinen **45**
  Root-Ressourcenpool **41**
  übergeordnetes Element **41**
  übertragen **61, 62**
  Vorteile **42**
  Zugangssteuerung **46**
Ressourcentypen **7**
Ressourcenverbraucher **8**
Ressourcenverwaltung
  anpassen **109**
  Definition **7**
  Information **12**
  Ziele **8**
resxtop
  Arbeitsspeicherfenster **96**
  Batch-Modus **106**
  Befehlszeilenoptionen im interaktiven Modus **91**
  CPU-Fenster **93**
  Einzeltastenbefehle im interaktiven Modus **92**
  gemeinsame Statistikbeschreibung **91**

interaktiver Modus **90**
Interrupt-Fenster **105**
Leistungsüberwachung **89**
Netzwerkfenster **104**
Optionen **90**
Reihenfolge (Seiten) **92**
Speicheradapterfenster **99**
Speicherfenster der virtuellen Maschine **103**
Speichergerätefenster **101**
Statistikspalten **92**
Root-Ressourcenpool **41**
Rote DRS-Cluster **69**

S

sched.mem.maxmemctl **35, 113**
sched.mem.pshare.enable **113**
sched.swap.dir **113**
sched.swap.persist **113**
Seitenmigration, NUMA **83**
Serverkonfiguration für Hyper-Threading **22**
Servicekonsole, Arbeitsspeichernutzung **27**
Software überwachen **74**
Stammknoten, NUMA **83**
Standby-Modus, Letztes Beenden des Standby-Modus **73**
Statistiken, esxtop **91**
Statistiken, resxtop **91**

T

Tabelle für die Zuteilung von Systemressourcen (SRAT, System Resource Allocation Table) **82**
Teilautomatisiertes DRS **55**

U

Überbelegte DRS-Cluster **68**
Übergeordneter Ressourcenpool **41**
übertragen, Ressourcenpool **61, 62**
Ungültige DRS-Cluster **69**
unter Quarantäne stellen, Hyper-Threading **23**

V

vCenter Server-Ereignisse **74**
Virtual Machine File System (VMFS) **53, 113**
virtuelle Maschinen
Als Ressourcenverbraucher **8**
Anzahl an virtuellen Prozessoren **18**
Arbeitsspeicher **28, 35**
Automatisierungsmodi **56**
Entfernen aus einem DRS-Cluster **64**
Entfernen aus Ressourcenpools **46**
erweiterte Attribute **112**
Gemeinsame Nutzung von Arbeitsspeicher **39**
Hinzufügen zu DRS-Clustern **62**
Hinzufügen zu Ressourcenpools **45**
Konfigurationsdatei **53**
Migration **51**
Overhead, Arbeitsspeicher **33**
überwachen **29**
Zuweisen zu einem bestimmten Prozessor **24**
Virtuelle SMP-Maschinen **18**
VM-Affinität **59**
VM-Anti-Affinität **59**
vMA **90**
VMFS (Virtual Machine File System) **53, 113**
VMkernel.Boot.sharePerNode **83, 111**
VMM **27, 29**
vmmemctl
Mem.CtlMaxPercent **110**
sched.mem.maxmemctl **113**
VMware HA **12, 55, 59, 64, 75**
Vollautomatisiertes DRS **55**
vSphere Management Assistant **90**
vSphere-CLI **90**
vSphere-Client **12, 14, 19, 32, 75, 77**
vSphere-SDK **19**

W

Wake-On-LAN (WOL), testen **71**
Wake-Protokolle **70**
Wartungsmodus, eingeben **64**
wechseln in den Wartungsmodus **64**
Wiedergabemodus
Befehlszeilenoptionen **108**
Vorbereiten **107**
Working Set-Größe **34**

Z

Zugangssteuerung
bei erweiterbaren Ressourcenpools **47**
CPU **24**
Ressourcenpools **46**